

TITLE: RELAZIONE GEOLOGICA

AVAILABLE LANGUAGE: IT

RELAZIONE GEOLOGICA

“Caorle”

Caorle (VE)



File:GRE.EEC.R.25.IT.P.15533.00.022.00_Relazione geologica

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	03/08/2023	EMISSIONE DEFINITIVA	F. Pili	A. Duca	V. Bretti

EGP VALIDATION

Name ()	Discipline	PE
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATE BY

PROJECT / PLANT Caorle FV (15533)	EGP CODE																		
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION							
	GRE	EEC	R	2	5	I	T	P	1	5	5	3	3	0	0	0	2	2	0

CLASSIFICATION For Information or For Validation

UTILIZATION SCOPE Basic Design

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

Indice

1. PREMESSA	3
1.1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO E ASPETTI NORMATIVI	4
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
3. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	8
3.1. Fase di Cantiere	8
3.2. Fase di Esercizio.....	19
3.3. Dismissione dell’impianto a fine vita, operazioni di messa in sicurezza del sito e ripristino ambientale.....	20
4. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	21
4.1. Inquadramento geologico regionale.....	21
4.1.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE	25
4.2. Inquadramento geomorfologico regionale.....	28
4.2.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO LOCALE	29
5. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO	31
6. CLASSIFICAZIONE SISMICA E SISMICITA’ STORICA.....	33
7. VALUTAZIONE DELLE PERICOLOSITA’	41
7.1 PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA.....	41
7.2 PERICOLOSITÀ SISMICA.....	44
8. COMPATIBILITA’ DEL PROGETTO CON I CARATTERI GEOLOGICI DELL’AREA	48
8.1 ATTIVITÀ PREVISTE IN FASE DI CANTIERE	48
8.2 CONDIZIONI GEOLOGICHE E MORFOLOGICHE DEI TERRENI D’IMPOSTA.....	48
9. CONCLUSIONI	49

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce la Relazione Geologica redatta a corredo del progetto, proposto da Enel Green Power Solar Energy Srl (“EGP”), per la realizzazione di un lotto di impianti di produzione dell’energia elettrica da fonte solare, della potenza nominale massima di 49.717,08 kWp associato ad un impianto BESS di potenza complessiva di 19,8 MW, da realizzarsi all’interno del Comune di Caorle (VE) su un’area agricola, nella disponibilità della proponente Enel Green Power Solar Energy S.r.l. (“EGP”).

Nello specifico il progetto proposto si compone di n. 6 impianti da 6,6 MW_{AC} ognuno associato ad un impianto BESS da 3,3 MW con 8 h di capacità di scarica così denominati:

- Impianto 1 – impianto FV da 6,6 MW_{AC} + impianto BESS da 3,3 MW;
- Impianto 2 – impianto FV da 6,6 MW_{AC} + impianto BESS da 3,3 MW;
- Impianto 3 – impianto FV da 6,6 MW_{AC} + impianto BESS da 3,3 MW;
- Impianto 4 – impianto FV da 6,6 MW_{AC} + impianto BESS da 3,3 MW;
- Impianto 5 – impianto FV da 6,6 MW_{AC} + impianto BESS da 3,3 MW;
- Impianto 6 – impianto FV da 6,6 MW_{AC} + impianto BESS da 3,3 MW;
- Complessivo – impianto FV da 39,6 MW_{AC} + impianto BESS da 19,8 MW.

L’area interessata dall’intervento è nel territorio comunale di Caorle (VE), all’interno di un’area agricola in prossimità di località Cà Corniani in un territorio di circa 1.770 ettari di origine lagunare, situato a nord di Caorle e compreso tra la sponda destra del fiume Livenza e il ramo Livenza Morta - Canale Brian - Commessera.

La presente Relazione Geologica comprende l’analisi dell’inquadramento geologico, idrogeologico e geomorfologico dell’area di progetto, basata sull’esame accurato dei dati bibliografici disponibili e di pianificazione territoriale.

I criteri generali adottati per lo sviluppo del progetto sono in linea con le prescrizioni contenute nel quadro normativo di riferimento per questa tipologia di interventi e il presente studio geologico è redatto in conformità alla seguente normativa di riferimento:

- D.M. LL. PP. 11 marzo 1988 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione e successive istruzioni riportate nel D.M. LL.PP.16.01.1996 (Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche);
- O.P.C.M. 3274 (2003) -O.P.C.M. 3431 (2005) Norme per edifici;
- Decreto Ministeriale 17/01/18 Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 18) e Circolare sulle Istruzioni - C.S. LL.PP.

Le Norme tecniche per le costruzioni sono emesse ai sensi delle leggi 5 novembre 1971, n. 1086, e 2 febbraio 1974, n. 64, così come riunite nel Testo Unico per l’Edilizia di cui al DPR 6 giugno 2001, n. 80, e dell’art. 5 del DL 28 maggio 2004, n.136, convertito in legge, con modificazioni, dall’art. 1 della legge 27 luglio 2004, n. 186 e ss. mm. ii.. Esse raccolgono in un unico organico testo le norme prima distribuite in diversi decreti ministeriali.

Esse definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di durabilità, forniscono quindi i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.

In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici, le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone, o comportare la perdita di beni, o provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera;
- sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- sicurezza antincendio: capacità di garantire le prestazioni strutturali previste in caso d'incendio, per un periodo richiesto;
- durabilità: capacità della costruzione di mantenere, nell'arco della vita nominale di progetto, i livelli prestazionali per i quali è stata progettata, tenuto conto delle caratteristiche ambientali in cui si trova e del livello previsto di manutenzione;
- robustezza: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità di possibili cause innescanti eccezionali quali esplosioni e urti.

In fase di progettazione esecutiva saranno eseguite indagini geognostiche opportunamente localizzate in modo da rilevare la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio (Vs) e, quindi, poter effettuare la microzonazione sismica e definire gli effetti locali sulla modalità di propagazione delle onde sismiche attribuendo la corretta categoria di sottosuolo.

Lo scopo del presente documento è dunque quello di fornire i seguenti elementi:

- inquadramento geologico, morfologico e idrogeologico dell'area di progetto;
- assetto sismico dell'area di progetto;
- parere di fattibilità riguardo alle opere in progetto;
- indicazioni utili alle successive fasi di progettazione per l'esecuzione di un piano mirato di indagini geognostiche.

Per gli aspetti progettuali più dettagliati saranno oggetto di elaborati specifici, nel presente documento sono richiamate solo le caratteristiche utili alla valutazione complessiva di compatibilità delle opere nel contesto.

1.1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO E ASPETTI NORMATIVI

Nel presente studio si fa riferimento alla documentazione bibliografica disponibile in letteratura e agli strumenti di pianificazione territoriale.

In particolare:

1. ISPRA: Pericolosità e rischio idrogeologico - <https://idrogeo.isprambiente.it/app/>;
2. P.A.T. (Piano di Assetto del Territorio) – Comune di Caorle (VE);

3. Portale Regione Veneto. Carta geologico strutturale e litostratigrafica
4. P.A.T. (Piano di Assetto del Territorio) – Regione Veneto; Comune di Jesolo (VE);
5. ARPA Veneto (Capitolo 4)
6. Zonazione sismogenetica ZS4 adottata dal GNDT nel 1996 e relativa legenda (fonte: http://emidius.mi.ingv.it/GNDT/ZONE/zone_sismo.html);
7. ISPRA – Progetto CARG: “Carta Geologica d’Italia”, scala 1:50.000;
8. ISPRA – Progetto CARG: “Carta Geomorfologica d’Italia”, scala 1:50.000;
9. LR Veneto n.11 del 3 Aprile 2004 “Norme per il governo del territorio”.



Figura 2 – Google Earth; localizzazione dell'area, Caorle FV.

L'area interessata dal progetto Caorle FV, nella porzione orientale ricade all'interno di un'ansa del fiume Livenza che in questo tratto ha andamento meandriforme, a sud è lambita dal canale Commessera, a nord confina con la SP94 e a Ovest con una strada rurale. Il sito si presenta come pianeggiante, in territori prettamente agricoli.

3. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

3.1. Fase di Cantiere

Con riferimento all'elaborato progettuale "*GRE.EEC.R.00.IT.P.15533.00.027._Cronoprogramma degli interventi*", per le attività di cantiere relative alla costruzione dell'impianto fotovoltaico in oggetto, sono previste tempistiche di circa 290 giorni.

Per la realizzazione dell'impianto si prevedono le seguenti fasi di lavoro:

Accantieramento

L'accantieramento prevede la realizzazione di varie strutture logistiche temporanee in relazione alla presenza di personale, mezzi e materiali.

La cautela nella scelta delle aree da asservire alle strutture logistiche mira ad evitare di asservire stabilmente o manomettere aree non altrimenti comunque già trasformate o da trasformare in relazione alla funzionalità dell'impianto che si va a realizzare.

Nell'allestimento e nella gestione dell'impianto di cantiere saranno rispettate le norme in vigore all'atto dell'apertura dello stesso, in ordine alla sicurezza (ai sensi del D.lgs. 81/08 e s.m.i.), agli inquinamenti di ogni specie, acustico ed ambientale.

Preparazione dei suoli

Per la preparazione del suolo si prevede il taglio raso terra di vegetazione erbacea e arbustiva con triturazione senza asportazione dei residui, seguito da lievi livellamenti e regolarizzazione del sito. Dall'analisi del rilievo planaltimetrico dell'area (riportato nell'elaborato *GRE.EEC.D.25.IT.P.15533.00.056_Rilievi Planoaltimetrici delle aree*) si riscontra un terreno a carattere prevalentemente pianeggiante, per cui non sono necessarie operazioni di movimento terra per livellamento delle pendenze. È bene precisare che la profondità massima degli scavi è di circa 1,5 m (cavidotto di connessione alla rete).

I materiali provenienti da scavi in terra eventualmente non oggetto di semplice movimentazione in situ, ed ove non siano riutilizzabili perché ritenuti non adatti per il rinterro, saranno gestiti come rifiuto e avviati presso impianti di smaltimento autorizzati, previa caratterizzazione, nel rispetto delle normative vigenti.

Consolidamento di piste di servizio

Analogamente, le superfici interessate dalla realizzazione della viabilità di servizio e di accesso, saranno regolarizzate ed adattate mediante costipazione e debole rialzo con materiali compatti di analoga o superiore permeabilità rispetto al sottofondo in ragione della zona di intervento, al fine di impedire ristagni d'acque entro i tracciati e rendere agevole il transito ai mezzi di cantiere, alle macchine operatrici e di trasporto del personale dedicato a controllo e manutenzione in esercizio.

L'area oggetto d'intervento presenta un'orografia con pendenze minime, pertanto, non si prevede di effettuare regolarizzazioni delle pendenze e della conformazione dei tracciati carrabili e pedonali, garantendo quindi il rispetto ed il mantenimento delle attuali direttrici di scorrimento superficiale in atto per le acque meteoriche.

Si provvederà contestualmente alla realizzazione delle recinzioni, degli impianti di videosorveglianza e degli

impianti di illuminazione ove necessario.

Adattamento della viabilità esistente e realizzazione della viabilità interna

È previsto il riutilizzo e l'adattamento della viabilità esistente qualora la stessa non sia idonea al passaggio degli automezzi per il trasporto dei componenti e delle attrezzature d'impianto. Le strade principali esistenti di accesso alle varie aree del sito costituiranno gli assi di snodo della viabilità d'accesso ai campi fotovoltaici. La viabilità interna all'area di impianto presenterà una larghezza minima di 3,5 m e sarà in rilevato di 10 cm rispetto al piano campagna, come previsto dalle Specifiche Tecniche della Committente.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "GRE.EEC.D.25.IT.P.15533.00.046_Layout di impianto quotato, descrittivo dell'intervento".

Opere di regimazione idraulica superficiale

Per quanto riguarda la gestione delle acque meteoriche di dilavamento all'interno dell'area di interesse, esistono una serie di canali in terra in posizione sia perimetrale che trasversale al sito stesso (vedere Figura 3). Tutta l'area è totalmente pianeggiante situata ad una quota di -1,391 m.s.l.m. L'area in esame è lambita principalmente da cinque canali secondari (che si sviluppano in direzione NE-SO, N-S e E-O) i quali confluiscono nel canale principale che si sviluppa in direzione (E-O) .

A tal proposito, è stato effettuato un rilievo fornito dalla committente con risoluzione a 50 cm il quale ha permesso di individuare esattamente il percorso dei canali esistenti.

Si riporta di seguito l'inquadramento dei corsi idrici su ortofoto e rilievo con passo a 50 cm con le diverse perimetrazioni. Al fine di regolarizzare l'area, saranno eseguite opere di movimento terra che includono l'intervento sui fossi di irrigazione presenti (in magenta - Vedi Figura 3).



Figura 3 – Inquadramento dell'area in esame (in rosso) su rilievo topografico con passo 50 cm (in arancione), canali di scolo esistenti (in Ciano), fossi per irrigazione (in magenta) e area contrattualizzata (in verde) su ortofoto

Si riporta di seguito l'inquadramento solo dei corsi idrici su ortofoto individuati con le diverse perimetrazioni.

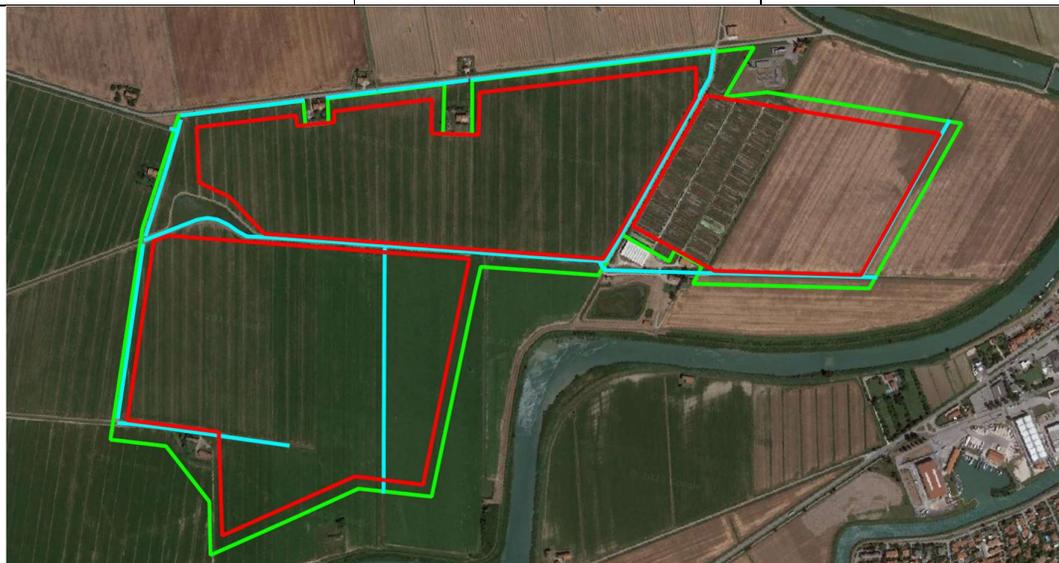


Figura 4 – Inquadramento dell'area in esame (in rosso) con la presenza di canali di drenaggio esistenti (in Ciano) e area contrattualizzata (in verde) su ortofoto

La sezione dei canali esistenti è tipicamente trapezoidale con larghezza della base maggiore variabile compresa tra 3.30 m e 5.30 m circa con profondità anch'essa variabile compresa tra 0.70 e 1.50 m circa.

Oltre alla rete di canali di drenaggio in terra, è attualmente presente un sistema di drenaggio interrato (si veda Figura 5):



Figura 5 – Dettaglio di tubazioni interrate di drenaggio esistenti emerse in Sito

La rete di drenaggio esistente sopra evidenziata è costituita da tubazioni da circa 50 mm di diametro; tali tubazioni, sono disposte con interasse variabile in diverse porzioni di area a circa 70 / 80 cm di profondità da p.c., risultano orientate principalmente verso i canali di drenaggio esistenti, in maniera da far confluire le acque nei canali secondari di drenaggio (come schematizzati precedentemente - in ciano).

Si fa notare che, dato l'attuale stato della rete di drenaggio, non essendoci un effettivo tracciamento della rete al fine di conoscere la sua lunghezza, la sua disposizione su tutta l'area e la sua condizione reale di funzionamento, si procederà con la progettazione ex novo di una nuova rete di drenaggio interrata al fine di sostituire quella esistente e garantire il corretto deflusso delle acque meteoriche. Tale soluzione verrà definita in fase di progettazione esecutiva, e sarà rappresentata nel documento "GRE.EEC.D.25.IT.P.15533.00.050_Rete di Drenaggio - Planimetria Generale" mediante la proposizione di diverse alternative progettuali.

Inoltre, all'interno dell'area di impianto lungo il lato Ovest è presente una vasca di laminazione esistente con altezza rilevata in sito di circa 1,65 m.

Di seguito si riporta lo schema dei canali esistenti, la rete di drenaggio in progetto e la vasca di laminazione esistente:

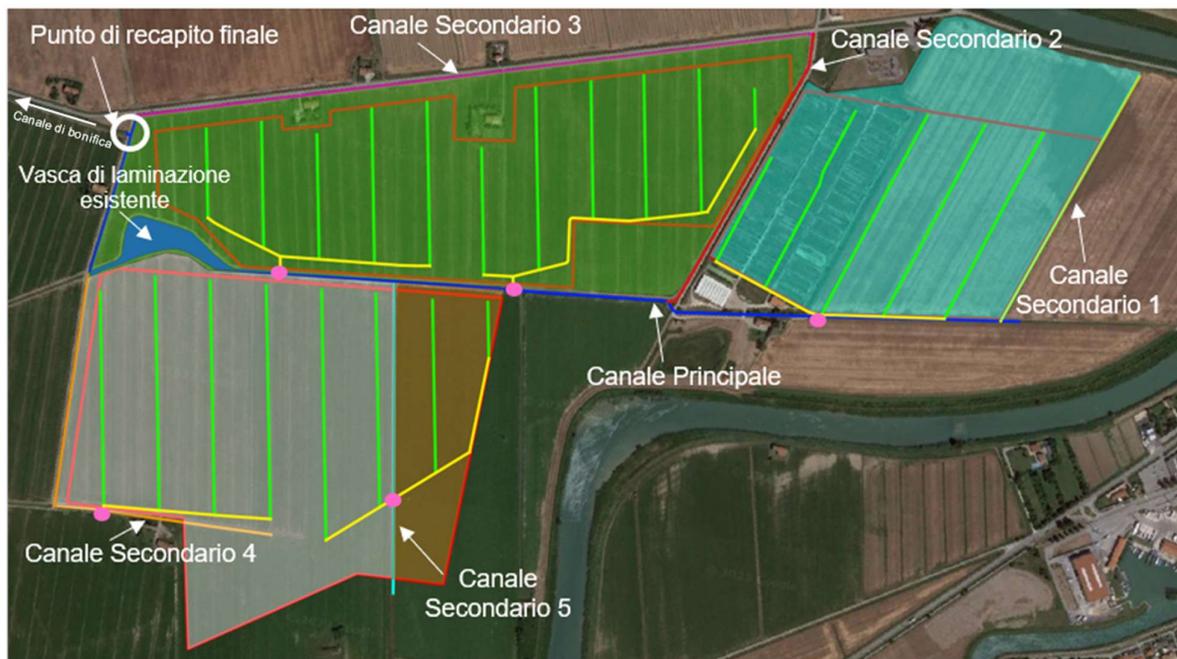


Figura 6 – Schematizzazione del sistema di drenaggio dell'area di impianto in progetto

Come mostrato in Figura 6, è possibile quindi individuare n.4 bacini di drenaggio denominati:

- Bacino 1;
- Bacino 2;
- Bacino 3,
- Bacino 4,

Ogni singolo bacino invia le acque meteoriche ricadenti sulla propria nei canali secondari. Dai canali secondari le acque confluiscono poi nel canale di drenaggio principale (in blu), posto centralmente all'area di impianto, che le allontana verso Nord Ovest verso il punto di recapito finale (cerchio in bianco) verso il canale di Bonifica del Consorzio Veneto Orientale.

In analogia con la nomenclatura utilizzata per i bacini, i canali sono denominati:

- Canale PRINCIPALE (in blu);
- Canale SECONDARIO 1 (in giallo);
- Canale SECONDARIO 2 (in rosso);
- Canale SECONDARIO 3 (in magenta);
- Canale SECONDARIO 4 (in arancione);
- Canale SECONDARIO 5 (in ciano);



Figura 7 – Schematizzazione dei bacini di drenaggio, dei canali secondari e del canale principale.

Data la profondità ridotta rispetto al piano campagna, l'attuale rete di drenaggio interrata interferirà con le attività di posa dei cavidotti interrati, nonché con l'installazione dei tracker e delle transformation unit.

Considerato il numero considerevole di interferenze, non risulta possibile mantenere l'attuale rete, la quale quindi verrà dismessa e sostituita con un nuovo sistema di drenaggi interrati, compatibile con le esigenze sia del fotovoltaico, sia della coltivazione agricola.

Il nuovo sistema di drenaggio interrato permetterà il corretto collettamento delle acque meteoriche all'interno dei canali di drenaggio secondari e sarà tale da non comportare interferenze durante le fasi di realizzazione delle opere. La definitiva conformazione della rete di drenaggio tenderà a evitare l'insorgere di aree di ristagno, agevolando i deflussi verso le linee di impluvio esistenti (canali secondari esistenti).

Per maggiori dettagli circa la nuova rete di drenaggio si faccia riferimento al documento GRE.EEC.R.25.IT.P.15533.00.024_Specifica tecnica per rete di drenaggio.

Esecuzione di opere di contenimento e di sostegno dei terreni

Considerata la natura prevalentemente pianeggiante, non sono previste opere di consolidamento di aree in pendio.

Realizzazione della recinzione dell'area, del sistema di illuminazione, della rete di videosorveglianza e sorveglianza tecnologica

A protezione dell'impianto fotovoltaico verrà realizzata la recinzione ove e se necessario, in accordo alle specifiche tecniche della Committente. La recinzione avrà un'altezza di 2,5 m dal suolo e sarà costituita da una maglia metallica ancorata a pali in acciaio zincato installato al massimo ogni 3,5 m e infisso nella fondazione in calcestruzzo per un minimo di 30 cm, questi ultimi sorretti da fondamenta di dimensioni minime 300x300x400mm per i pali e 400x400x500mm per i controventi/rinforzi. Il calcestruzzo deve essere almeno di classe C16/20 [secondo EN 1992]. Il sistema di illuminazione sarà limitato all'area di gestione dell'impianto.

Gli apparati di illuminazione non consentiranno l'osservazione del corpo illuminante dalla linea d'orizzonte e da angolatura superiore, ad evitare di costituire fonti di ulteriore inquinamento luminoso e di disturbo per abbagliamento dell'avifauna notturna o a richiamare e concentrare popolazioni di insetti notturni.

Il livello di illuminazione verrà contenuto al minimo indispensabile, mirato alle aree e fasce sottoposte a controllo e vigilanza per l'intercettazione degli accessi impropri.



Figura 8 – Tipologico recinzione di progetto

Interventi di mitigazione a verde

Per rendere l'impianto fotovoltaico il più possibile invisibile all'osservatore esterno, sono previste opere di mitigazione dell'impatto visivo costituite da:

- una fascia di mitigazione a verde di larghezza pari a 10 m e altezza pari a circa 9 m costituita da specie arboree e arbustive, per le sole fasce Sud e Est;
- una fascia di mitigazione a verde di larghezza pari a 10 m e altezza pari a circa 3 m costituita da specie arbustive;
- una fascia di mitigazione a verde di larghezza pari a 5 m e altezza pari a circa 3 m costituita da specie arbustive.

Le specie arboree e arbustive da utilizzare saranno scelte in fase di progettazione esecutiva.

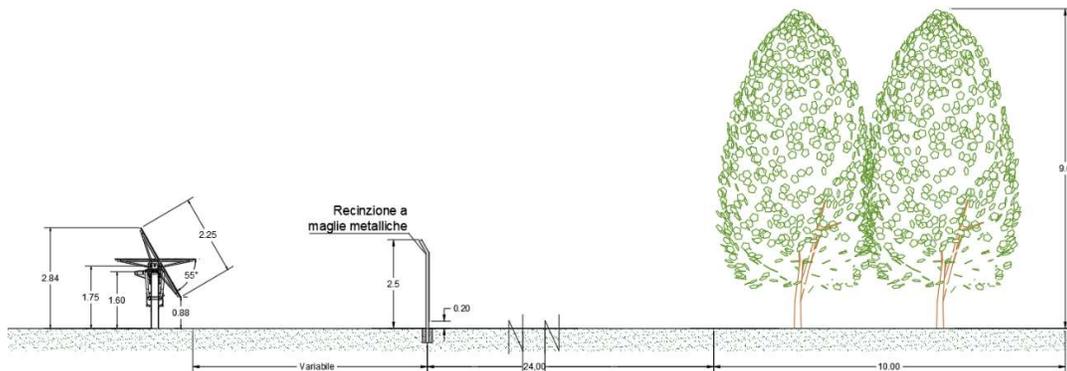


Figura 17 - Schematizzazione della mitigazione a verde – Fascia da 10 metri e altezza 9 metri

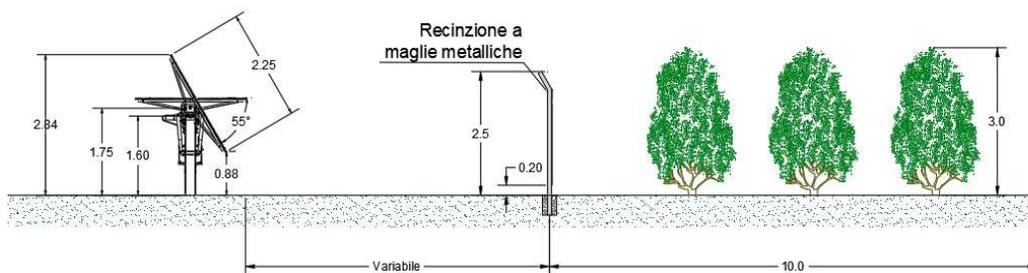


Figura 18 - Schematizzazione della mitigazione a verde – Fascia da 10 metri e altezza 3 metri

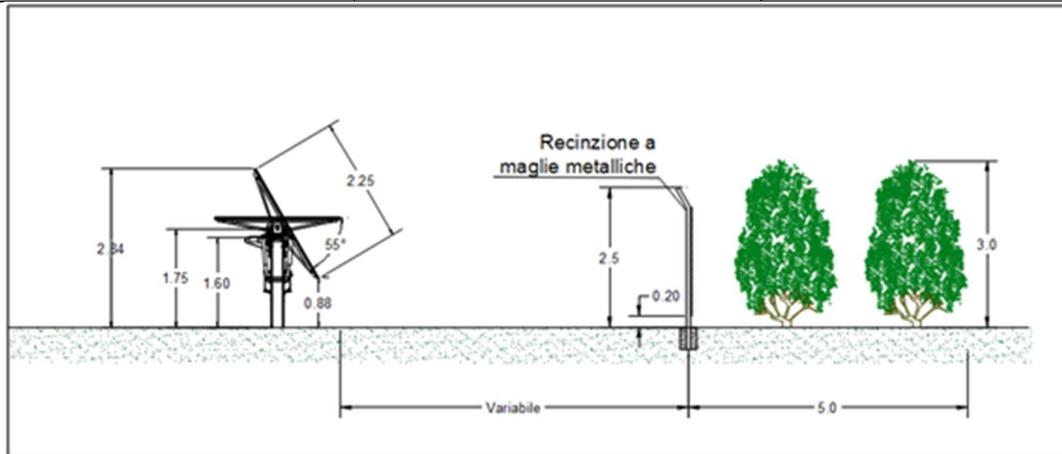


Figura 19 - Schematizzazione della mitigazione a verde – Fascia da 5 metri

Per maggiori dettagli, si rimanda all'elaborato "GRE.EEC.D.26.IT.P.15533.00.065_OPERE DI MITIGAZIONE".

Posizionamento delle strutture di supporto e montaggi

Le opere meccaniche per il montaggio delle strutture di supporto e su di esse dei moduli fotovoltaici non richiedono attrezzature particolari. Le strutture, per il sostegno dei moduli fotovoltaici, sono costituite da elementi metallici modulari, uniti tra loro a mezzo bulloneria in acciaio inox.

Il loro montaggio si determina attraverso:

- Fissaggio della struttura mediante palo infisso o palo trivellato;
- Montaggio Testa;
- Montaggio Trave primaria;
- Montaggio Orditura secondaria;
- Montaggio pannelli fotovoltaici bifacciali;
- Verifica e prove su struttura montata.

Installazione e posa in opera dell'impianto fotovoltaico

Al fine di chiarire gli interventi finalizzati alla posa in opera dell'impianto fotovoltaico in oggetto si riporta di seguito una descrizione sintetica delle principali parti costituenti un impianto di questa tipologia.

L'impianto sarà realizzato con moduli fotovoltaici bifacciali provvisti di diodi di by-pass. Le stringhe fotovoltaiche faranno capo ad uno string inverter.

Il generatore fotovoltaico, nello specifico di questo Impianto, sarà costituito da n. 91.224 moduli fotovoltaici di tipo bifacciale aventi, singolarmente, potenza pari a 545 Wp.

L'impianto sarà dotato di un'apparecchiatura di monitoraggio della quantità di energia prodotta dall'impianto e delle rispettive ore di funzionamento.

Installazione e posa in opera dell'impianto BESS

La tecnologia di accumulatori (batterie al litio) che si prevede di installare è composta da celle elettrochimiche. Le singole celle sono tra loro elettricamente collegate in serie ed in parallelo per formare moduli di batterie. I moduli, a loro volta, vengono elettricamente collegati in serie ed in parallelo tra loro ed assemblati in appositi armadi in modo tale da conseguire i valori richiesti di potenza, tensione e corrente.

Ogni "assemblato batterie" è gestito, controllato e monitorato, in termini di parametri elettrici e termici, dal proprio sistema Sistema di Controllo Batterie (BMS).

Il sistema di accumulo in progetto sarà composto da sei impianti, aventi ognuno potenza nominale massima di 3.300,00 kW.

Realizzazione / posizionamento opere civili

È previsto il posizionamento di:

Impianto 1

- n. 4 prefabbricati per l'alloggio dei quadri elettrici dei QGBT/MT, dei trasformatori MT/BT di tipo prefabbricato, di dimensioni 6,21 x 3,15 x 2,89 m;
- n. 1 cabina SCADA prefabbricata, di dimensioni 6,058 x 2,438 x 2,896 m circa.

Impianto 2

- n. 4 prefabbricati per l'alloggio dei quadri elettrici dei QGBT/MT, dei trasformatori MT/BT di tipo prefabbricato, di dimensioni 6,21 x 3,15 x 2,89 m;
- n. 1 cabina SCADA prefabbricata, di dimensioni 6,058 x 2,438 x 2,896 m circa.

Impianto 3

- n. 4 prefabbricati per l'alloggio dei quadri elettrici dei QGBT/MT, dei trasformatori MT/BT di tipo prefabbricato, di dimensioni 6,21 x 3,15 x 2,89 m;
- n. 1 cabina SCADA prefabbricata, di dimensioni 6,058 x 2,438 x 2,896 m circa.

Impianto 4

- n. 4 prefabbricati per l'alloggio dei quadri elettrici dei QGBT/MT, dei trasformatori MT/BT di tipo prefabbricato, di dimensioni 6,21 x 3,15 x 2,89 m;
- n. 1 cabina SCADA prefabbricata, di dimensioni 6,058 x 2,438 x 2,896 m circa.

Impianto 5

- n. 4 prefabbricati per l'alloggio dei quadri elettrici dei QGBT/MT, dei trasformatori MT/BT di tipo prefabbricato, di dimensioni 6,21 x 3,15 x 2,89 m;
- n. 1 cabina SCADA prefabbricata, di dimensioni 6,058 x 2,438 x 2,896 m circa.

Impianto 6

- n. 4 prefabbricati per l'alloggio dei quadri elettrici dei QGBT/MT, dei trasformatori MT/BT di tipo prefabbricato, di dimensioni 6,21 x 3,15 x 2,89 m;
- n. 1 cabina SCADA prefabbricata, di dimensioni 6,058 x 2,438 x 2,896 m circa.

Inoltre, è previsto il posizionamento di:

- n. 1 Cabina Utente di dimensioni 19,48 x 5,00 x 2,80 m circa;
- n. 1 cabina di consegna prefabbricata di tipo "DG2061 rev.VII", di dimensioni 19,48 x 2,50 x 2,76 m circa.

Detti edifici saranno di tipo prefabbricato. I container delle cabine di trasformazione saranno posizionati su cordoli in CLS gettato in opera e ad esse ancorate, avranno una destinazione d'uso esclusivamente tecnica e serviranno ad alloggiare i trasformatori MT/bt e i quadri di parallelo in corrente alternata. Saranno inoltre dotate di vasca per la raccolta dell'olio contenuto all'interno dei trasformatori MT/bt, delle dimensioni di 2,5 x

2,5 x 0,95 m, interrata per una profondità di 0,65 m.

Gli ulteriori cabinati elettrici saranno di tipo prefabbricato, posizionati su getto di magrone in CLS gettato in opera e ad esse ancorati, avranno una destinazione d'uso esclusivamente tecnica e serviranno ad alloggiare le apparecchiature del sistema di telecontrollo e le apparecchiature di misura e di collegamento alla rete di e-Distribuzione.

La profondità di scavo dal piano campagna per i cordoli di fondazione delle Transformation Unit è pari a 0,3 m, inoltre, viene previsto uno scavo della profondità di 0,65 m relativo all'installazione dell'oil trail. Per le cabine Utente, le cabine di Consegna e le cabine SCADA viene previsto uno scavo di profondità pari a 0,6 m.

Relativamente all'impianto BESS, per ogni impianto, è previsto invece il posizionamento di:

- n. 10 container metallici, di dimensioni 12,19 x 2,44 x 2,89 m circa;

Detti edifici saranno di tipo prefabbricato, con struttura del tipo autoportante metallica, per stazionamento all'aperto, costruita in profilati e pannelli coibentati. I container verranno installati su una platea in CLS fuori terra debolmente armata, gettato in opera e ad esse ancorati. Tali locali avranno una destinazione d'uso esclusivamente tecnica e serviranno ad alloggiare batterie, convertitori, quadri elettrici, le apparecchiature a servizio del sistema di telecontrollo e dei servizi ausiliari BESS.

Infine, i n.2 gruppi di conversione MT/BT composti da quadri inverter e relativo trasformatore, con ingombro in pianta di circa 9,00 x 3,00 m verranno posizionati su una platea in CLS fuori terra debolmente armata, gettato in opera e ad esse ancorati.

Per maggiori dettagli si vedano gli elaborati "GRE.EEC.D.24.IT.P.15533.00.057.00 – Tipologico Transformation Unit", "GRE.EEC.D.25.IT.P.15533.00.058. – Cabina Di Utenza", "GRE.EEC.D.25.IT.P.15533.00.059. – Cabina Scada", "GRE.EEC.D.24.IT.P.15533.00.085. - Cabina Di Impianto Di Rete Per La Connessione", "GRE.EEC.D.25.IT.P.15533.00.054. – Particolare dei cabinati BESS", "GRE.EEC.D.21.IT.P.15533.00.055. – Particolare dei sistemi di accumulo".

Realizzazione dei cavidotti interrati

I cavi di bassa tensione per collegamento tra gli string inverter e le tranformation unit verranno posate in trincee profonde 0,8 m, con larghezza variabile 0,28 m o 0,55 m, a seconda che al loro interno vengano rispettivamente alloggiate una terna o due terne di cavidotti in contemporanea. Il tracciato dei cavidotti in bassa tensione verrà dettagliato in fase esecutiva.

Per quanto riguarda i cavi di media tensione dalle Transformation Unit alle Cabine di Utenza si prevede la realizzazione di tre diverse tipologie di trincee profonde 0,9 m ma di larghezza variabile a seconda del numero di cavidotti interrati:

- Una terna: trincea larga 0,28 m;
- Due terne nello stesso scavo: trincea larga 0,68 m;
- Tre terne nello stesso scavo: trincea larga 1,08 m.

Si prevede, inoltre, la realizzazione di altre cinque diverse tipologie di trincee profonde 1,2 m ma con larghezza variabile a seconda del numero di cavidotti interrati:

- Quattro terne nello stesso scavo: trincea larga 0,68 m;
- Cinque terne nello stesso scavo: trincea larga 1,08 m;
- Sei terne nello stesso scavo: trincea larga 1,08 m;
- Sette terne nello stesso scavo: trincea larga 1,48 m;
- Otto terne nello stesso scavo: trincea larga 1,48 m;

La Cabina Utente verrà a sua volta connessa alla Cabina di Consegna mediante un cavo di media tensione alloggiato in una trincea larga 0,28 e profonda 0,9 m.

Si prevede l'inserimento di un'unica cabina di consegna, ubicata sul terreno del produttore, collegata ad uno stallo MT dedicato nella cabina primaria "Caorle" mediante n.6 linee MT in cavo interrato da 240 mmq.

Il percorso dei cavidotti è indicato in dettaglio nelle planimetrie di progetto alle quali si rimanda per ulteriori dettagli.

Per la connessione si utilizzeranno cavi della tipologia tripolare elicordato in alluminio con sezione di 240 mmq secondo quanto indicato nella STMG e dalle linee guida per la connessione alla rete elettrica di distribuzione.

Il percorso e le lunghezze dei cavidotti sono indicati nelle planimetrie di progetto alle quali si rimanda per ulteriori dettagli.

Opere di demolizione

Non sono previste demolizioni ai fini della realizzazione delle opere in progetto.

Dismissione del cantiere e ripristini ambientali

Le aree di cantiere verranno dismesse ripristinando, per quanto possibile, lo stato originario dei luoghi. Si provvederà quindi alla rimozione dell'impianto di cantiere e di tutte le opere provvisorie (quali ad esempio protezioni, ponteggi, slarghi, adattamenti, piste, puntellature, opere di sostegno, etc.).

Verifiche collaudi e messa in esercizio

Parallelamente all'avvio dello smontaggio della logistica di cantiere saranno eseguiti collaudi statici, collaudi elettrici e prove di funzionalità, avviando l'impianto verso la sua gestione a regime.

3.2. Fase di Esercizio

Manutenzione dell'impianto

Il personale impegnato nella manutenzione degli elementi costitutivi dell'impianto si occuperà di:

- Mantenimento della piena operatività dei percorsi carrabili e pedonali, ad uso manutentivo ed ispettivo;
- Sorveglianza e manutenzione delle recinzioni e degli apparati per il telecontrollo di presenze e intrusioni nel sito;

Quest'ultima azione in particolare consisterà nella corretta gestione delle eventuali aree verdi (sfalci ecc.), anche provvedendo con l'intervento di attività di pascolo ovino, o con continui e meticolosi diserbi manuali di

seguito ai periodi vegetativi, in specie primaverili ed autunnali.

3.3. Dismissione dell'impianto a fine vita, operazioni di messa in sicurezza del sito e ripristino ambientale

Ad oggi non è dato prevedere se il disuso a fine esercizio dell'impianto in progetto sarà dovuto dall'esigenza di miglioramento tecnologico, di incremento prestazionale o da una eventuale obsolescenza. I pannelli fotovoltaici e le cabine elettriche sono facilmente rimovibili senza alcun ulteriore intervento strutturale, o di modifica dello stato dei luoghi, grazie anche all'utilizzazione della viabilità preesistente. A tale fine è necessario e sufficiente che i materiali essenziali per i montaggi, in fase di realizzazione dell'impianto, siano scelti per qualità, tali da non determinare difficoltà allo smontaggio dopo il cospicuo numero di anni di atteso rendimento dell'impianto (almeno 25-30 anni).

Si possono ipotizzare operazioni atte a liberare il sito dalle sovrastrutture che oggi si progetta di installare sull'area, eliminando ogni materiale che in caso di abbandono, incuria e deterioramento possa determinare una qualunque forma di inquinamento o peggioramento delle condizioni del suolo, o di ritardo dello spontaneo processo di rinaturalizzazione che lo investirebbe. Anche le linee elettriche, tutte previste interrate, potranno essere rimosse, se lo si riterrà opportuno con semplici operazioni di scavo e rinterro.

La Committenza si impegna alla dismissione dell'impianto, allo smaltimento del materiale di risulta dell'impianto e al ripristino dello stato dei luoghi nel rispetto della vocazione propria del territorio.

La produzione di rifiuti che derivano dalle diverse fasi di intervento verrà smaltita attraverso ditte autorizzate nel rispetto della normativa vigente al momento della dismissione. Per maggiori dettagli sulle fasi operative relative alla dismissione dell'impianto e ai ripristini ambientali sono contenuti nell'elaborato "GRE.EEC.R.25.IT.P.15533.00.020_Piano di dismissione dell'impianto e ripristino dello stato dei luoghi".

4. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

4.1. Inquadramento geologico regionale

La provincia di Venezia è compresa tra il corso del fiume Tagliamento e quello dell'Adige, si estende da NE a SW comprendendo gran parte della fascia costiera della pianura veneta e una porzione di quella friulana; il limite di quest'ultima è infatti rappresentato dal fiume Livenza. La provincia comprende quasi un terzo della pianura costiera dell'Italia nordorientale e il suo assetto stratigrafico è rappresentativo della storia geologica tardo pleistocenica e olocenica della pianura che si affaccia sull'Adriatico settentrionale. Le caratteristiche delle unità geologiche presenti nella provincia sono legate agli elementi geomorfologici riconoscibili in superficie. Complessivamente, sono il prodotto dei processi deposizionali ed erosivi attuatisi tra il Pleistocene finale e l'Attuale.

Dal punto di vista tettonico fra le varie faglie con andamento NNW-SSE la faglia Schio-Vicenza è la più importante anche durante il Quaternario, mentre gran parte degli altri lineamenti con simile andamento sembrano aver avuto una scarsa attività, che in genere non ha dislocato la base del Pleistocene.

Oltre alle deformazioni tettoniche, l'evoluzione plio-quadernaria è stata fortemente influenzata dall'evento Messiniano (circa 5 milioni di anni fa) che, in risposta all'abbassamento del livello del Mediterraneo, causò l'emersione dell'area e l'azione di notevoli processi erosivi fluviali. Questi portarono alla riorganizzazione del reticolo fluviale e diedero origine a molte delle principali valli alpine e delle maggiori depressioni esistenti nel substrato della pianura. Tali elementi hanno poi guidato la sedimentazione marina pliocenica e quella marina e alluvionale quadernaria.

La porzione settentrionale della pianura veneto-friulana rappresenta la superficie del riempimento di età terziaria e quadernaria di un bacino deposizionale che è situato all'estremità nordorientale della microplacca adriatica. Si tratta dell'avampaese condiviso fra il settore orientale delle Alpi meridionali e gli Appennini settentrionali.

Il settore più meridionale della pianura veneta è stato influenzato fin dal Miocene superiore dall'attività di espansione verso nord dell'avampaese appenninico, i cui thrust più esterni si trovano sepolti al di sotto dell'attuale corso del fiume Po. L'influenza della tettonica appenninica ha provocato l'instaurarsi di una subsidenza indotta dovuta al carico tettonico dell'Appennino settentrionale che ha prodotto oltre metà dell'abbassamento verificatosi nell'area della laguna veneta nel Pleistocene, ossia circa 500 m e che risulta ancora attiva con un tasso di affondamento nella bassa pianura tra Tagliamento e Livenza di circa 0,45 mm/a.

L'aspetto della pianura veneto-friulana è fortemente legato all'evoluzione tardo pleistocenica e olocenica dei fiumi alpini Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta e Adige. Essi hanno infatti ripetutamente cambiato percorso a valle del loro sbocco montano interessando aree molto ampie, fino a coprire migliaia di kmq. Si sono così formati sistemi sedimentari, allungati fino al mare, che in pianta presentano una morfologia a ventaglio, mentre nelle tre dimensioni possiedono una forma simile a un cono appiattito; tali sistemi sono definiti come megafan alluvionali.

Nel sottosuolo della pianura veneta sono probabilmente presenti in successione verticale diverse generazioni di megafan e fan-delta che potrebbero presentare forma, estensione, direzione media e valori di inclinazione anche molto differenti rispetto a quelli attualmente visibili in superficie. Da notare che nella zona di

interdigitazione tra i maggiori megafan esistono i più importanti corsi di risorgiva o di risorgenza carsica che con i loro sistemi hanno occupato quindi le aree depresse d'interfluvio. È questo il caso dei fiumi Stella (tra megafan di Cormor e Tagliamento), Livenza (tra megafan di Tagliamento e Piave "Nervesa"), Sile (tra megafan di Piave e Brenta) e Bacchiglione (tra megafan del Brenta e piana dell'Adige).

Nel settore meridionale della provincia hanno svolto la loro azione i sistemi fluviali di Adige e Po che non hanno formato dei megafan, ma hanno costituito la pianura deltizia padana, in cui le pendenze sono quasi nulle. Nell'area veneta e friulana, soprattutto a est del Naviglio Brenta, i diversi tratti di pianura costruiti dai maggiori fiumi sono ben distinguibili anche nella bassa pianura, dove i sedimenti sono essenzialmente fini e il gradiente topografico è compreso tra il 3-0,5%. La separazione tra i vari bacini deposizionali si fonda su dati geomorfologici, stratigrafici, pedologici e mineralogici.

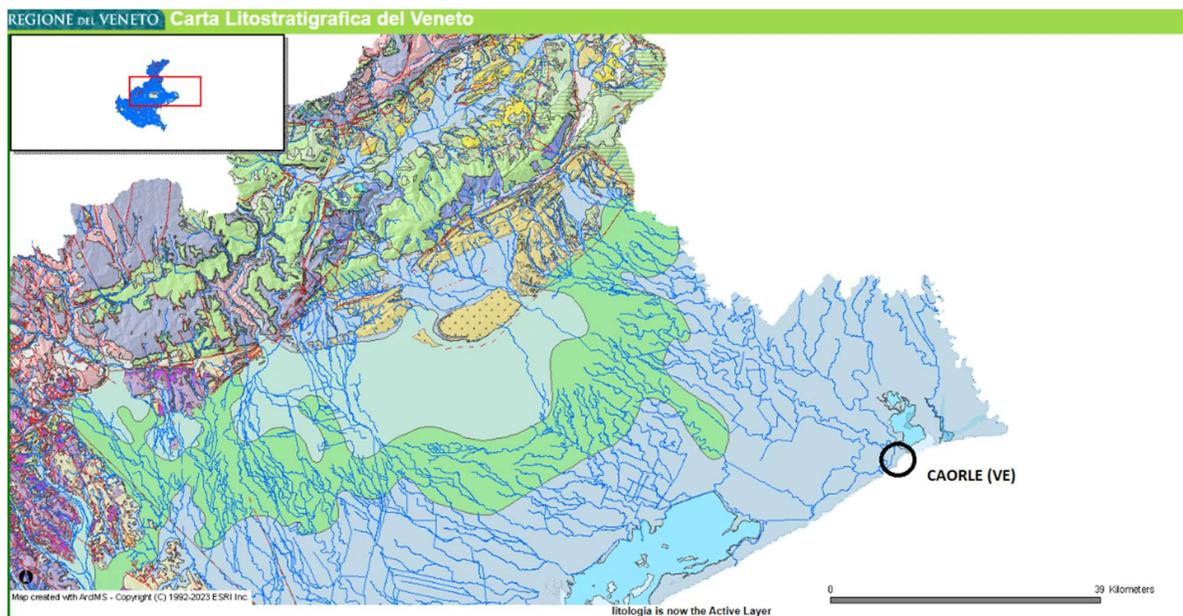


Figura 5 – carta litostratigrafica del Veneto; cerchiata l'area del progetto Caorle FV, (Fonte: Regione del Veneto).

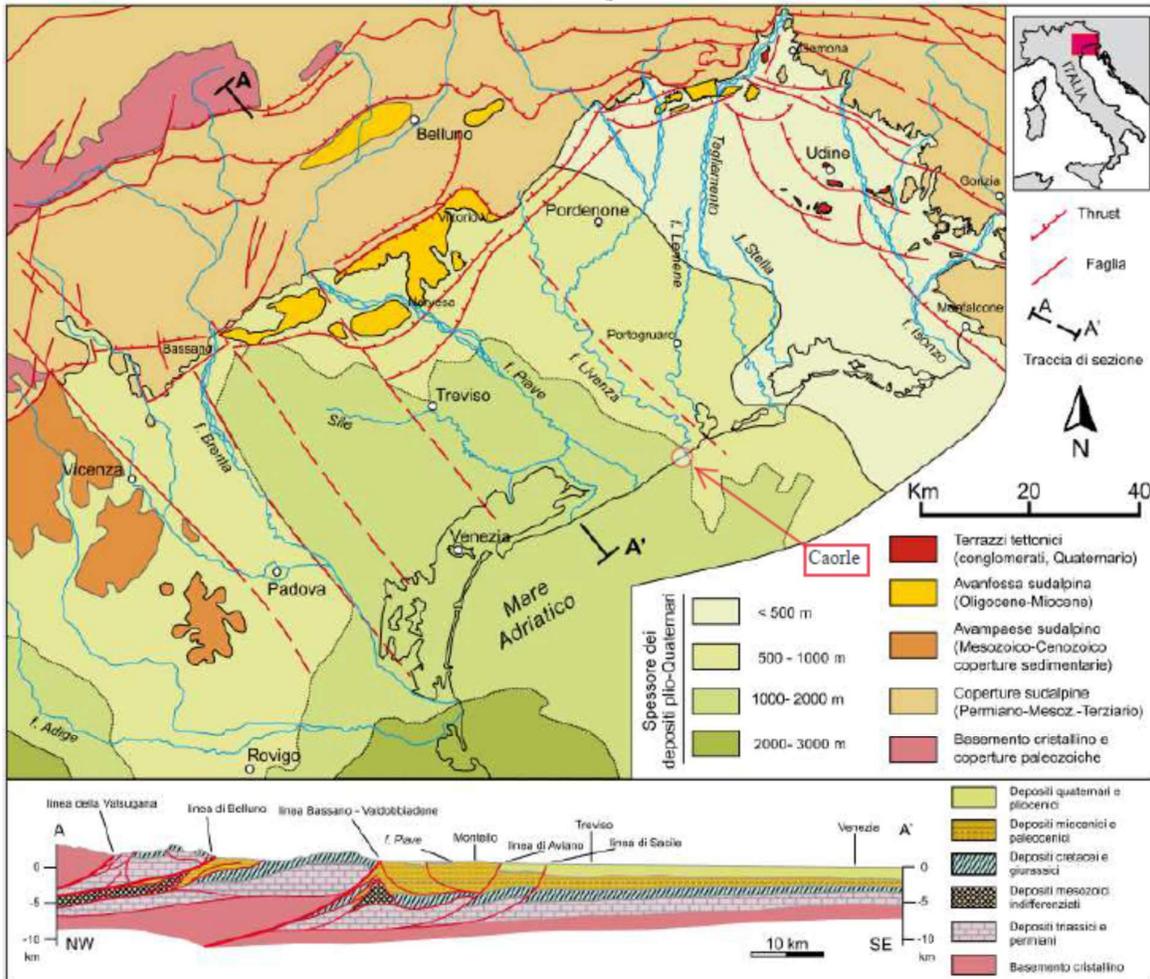


Figura 6 – Stralcio carta geologico strutturale della pianura Veneto Friulana, con profilo geologico del settore centrale; cerchiata in rosso e indicata l’area del progetto Caorle FV, (Fonte: Regione Veneto, 1990; gasperi, 1997; Peruzza et al., 2022, modificata.)

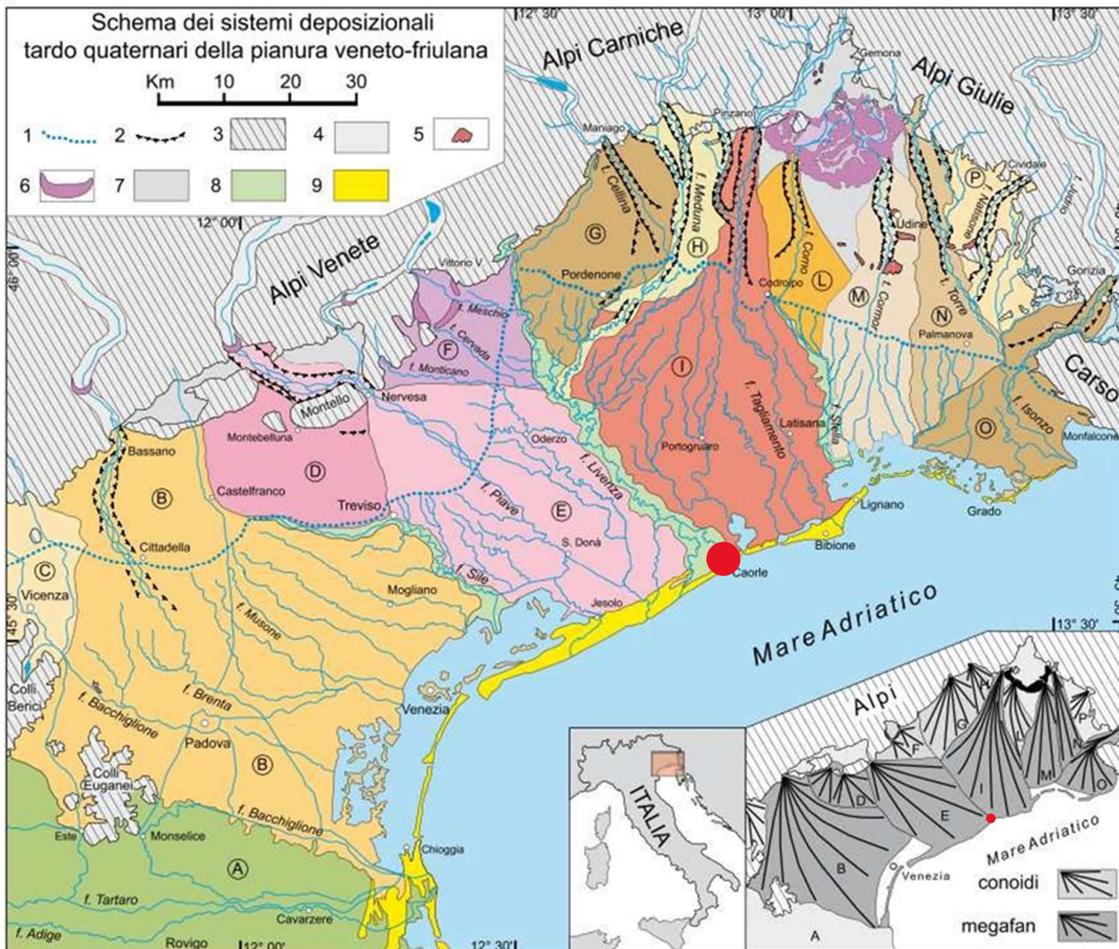


Fig. 2.2. Schema dei sistemi deposizionali tardo quaternari della pianura veneto-friulana (modificato da Fontana et al., 2008). Nel riquadro in basso a destra uno schizzo semplificato dei conoidi e megafan. Simboli: 1) limite superiore delle risorgive; 2) orlo di terrazzo fluviale; 3) aree montuose e collinari; 4) principali valli alpine; 5) terrazzi tettonici; 6) cordoni morenici; 7) depositi di interconoide e delle zone intermontane; 8) depositi dei principali fiumi di risorgiva; 9) sistemi costieri e deltizi. Lettere: (A) pianura dell'Adige, (B) megafan del Brenta, (C) conoide dell'Astico, (D) megafan di Montebelluna, (E) megafan di Nervesa, (F) conoide del Monticano-Cervada-Meschio, (G) conoide del Cellina, (H) conoide del Meduna, (I) megafan del Tagliamento, (L) conoide del Corno, (M) megafan del Cormor, (N) megafan del Torre, (O) megafan dell'Isonzo, (P) conoide del Natisone.

Figura 7 – Come si evince dallo schema, l'area Caorle FV, in rosso, si trova alla base tra il megafan Nervesa (E) e il megafan del Tagliamento (I).

4.1.1 Inquadramento geologico locale

Il territorio del Comune di Caorle si estende nella fascia costiera settentrionale della Provincia di Venezia, fra i fiumi Tagliamento e Piave. Esso confina a ovest con Torre di Mosto e S. Stino di Livenza, a sud-ovest con il Comune di Eraclea, a nord con Concordia Sagittaria e Portogruaro, a nord-est con S. Michele al Tagliamento.

L'area oggetto di studio è caratterizzata da una morfologia pianeggiante con quote che variano da circa 8 m slm (campo di dune molto elevate alla radice del molo foraneo ovest del fiume Livenza) a circa -3,0 m slm (vaste aree di bonifica a est e a nord di Ottava Presa) e l'aspetto è quello tipico di una pianura bonificata, con la maggior parte del territorio adibito alla coltivazione e segnato da una fitta rete di canali di bonifica. Infatti, fino agli inizi del 1900, la gran parte del territorio era ancora sommersa da paludi e lagune. Il territorio è attraversato dai fiumi Livenza e Lemene e dai canali Nicessolo, dei Lovi, Commessera e Brian, assi drenanti principali di una vasta area di bonifica a scolo meccanico che si sviluppa nei bacini dei consorzi di bonifica Basso Piave e Pianura Veneta fra Livenza e Tagliamento. I fiumi e i principali canali recettori di bonifica scorrono arginati fino al loro sbocco in mare o nella laguna di Caorle.

L'area è caratterizzata dalla presenza di terreni di origine alluvionale depositati dai sistemi dei fiumi Piave, Livenza e Tagliamento, da sedimenti fini e organici deposti in lagune e paludi che occupavano le aree d'interfluvio e da sabbie litorali. Il sottosuolo è costituito da livelli limoso- argillosi anche di notevole spessore, con forte componente organica, a scarsa competenza e soggetti a subsidenza, anche marcata. Tali sedimenti sono affiancati e in qualche caso alternati a livelli sabbiosi prevalentemente, fini a tratti ben addensati e, nel caso delle sabbie litorali, più grossolani e classati.

Le caratteristiche litologiche principali del territorio comunale permettono di notare che le sabbie e le sabbie limose, in linea di massima, sono in corrispondenza dei dossi, ancora occupati dai fiumi, o dei rami che si staccano da esso oppure da altri paleoalvei principali. I sedimenti sono prevalentemente limoso-sabbiosi nei settori di argine naturale o nei ventagli di esondazione; divengono sabbioso-limosi in corrispondenza del canale attuale e dei paleoalvei. Il limite inferiore è di natura erosiva mentre quello superiore coincide a volte con la superficie topografica. I suoli si presentano in parte decarbonatati con concrezioni calcaree da millimetriche a centimetriche (fino a 20 mm). Gli spessori raggiungono valori massimi attorno a 4-8 m per i paleoalvei più occidentali legati al sistema alluvionale del Piave-Livenza. Questi paleoalvei sono generalmente sottili perché molte direttrici si sono attivate solo per brevi periodi; generalmente da facies di canale e argine fluviale si passa rapidamente ad ambienti di laguna e palude. Gli spessori dei sedimenti sabbiosi, presenti in corrispondenza dei paleoalvei orientali del sistema alluvionale del Tagliamento, sono più elevati (anche qualche decina di metri) in quanto sono impostati sui paleoalvei pleistocenici sabbiosi dello stesso Tagliamento. I rapporti stratigrafici fra queste unità sabbiose sono complessi e le superfici-limite inferiori sono spesso erosive con incisioni anche molto pronunciate da formare valli fluviali sepolte. Questi settori presentano sedimenti ghiaioso-sabbiosi a cominciare da circa -20 m sul p.c. I dossi e i paleoalvei presentano le migliori caratteristiche geotecniche del territorio. I limi argillosi e le argille limose che si trovano nell'ampia fascia interna del territorio comunale sono correlabili agli ambienti palustri che occupavano quella parte del territorio fino ai primi anni del '900 e successivamente bonificati. Spesso nelle sequenze si presentano limi organici decimetrici con macroresti vegetali (generalmente resti di canne palustri) o addirittura orizzonti torbosi; frequenti i resti di molluschi. Le opere di bonifica, abbassando

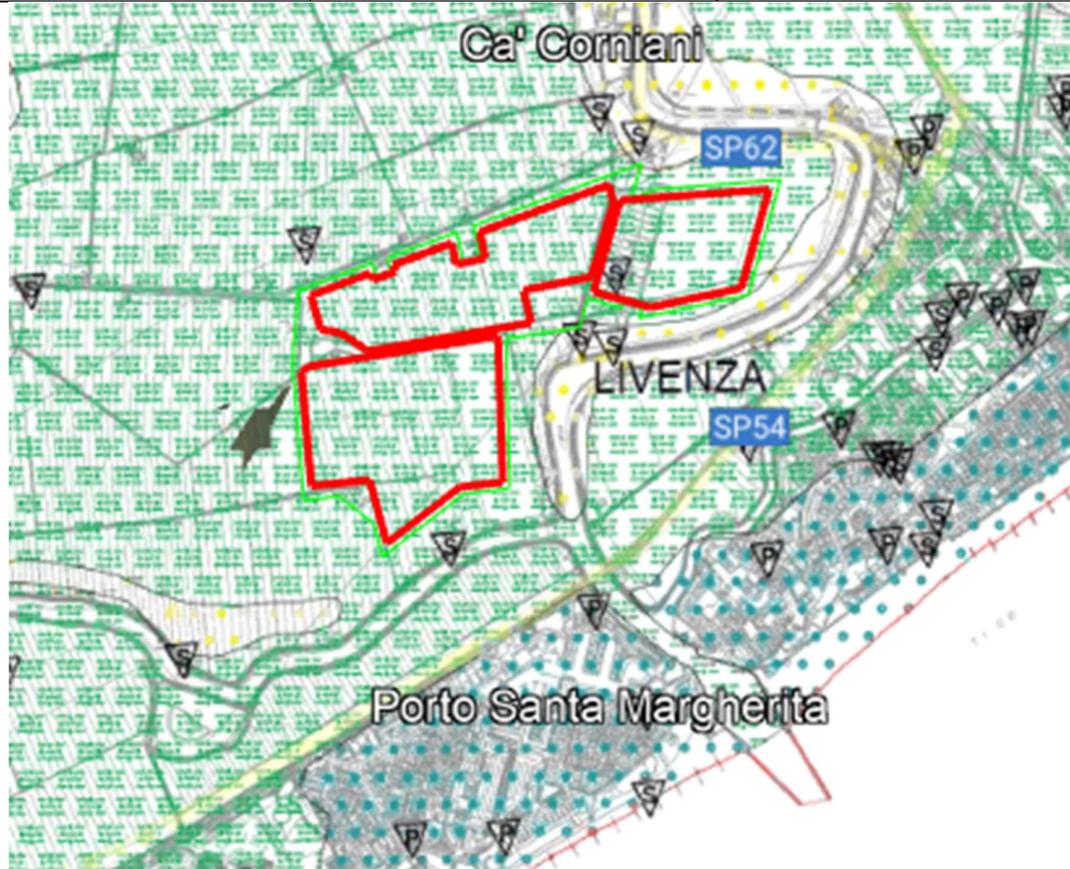
la falda, hanno messo a contatto con l'aria questi sedimenti, avviando un processo di decomposizione aerobica che ha ridotto la massa generando un fenomeno di subsidenza, anche marcata. Il limite inferiore è erosivo sulla piana alluvionale o sui sistemi costieri sabbiosi precedenti. Lo spessore massimo è circa 10-12 m, alle spalle dell'attuale sistema di dune costiere. Alla facies lagunare e palustre sono affiancati o sovrapposti, a sud-est, depositi grossolani di barriera costiera trasgressiva e di cordone litorale, potenti anche 5-6 m. Sono depositi formati da sabbie fini e medie e da sabbie limose con abbondanti molluschi marini. Nelle depressioni interdunali si possono rinvenire limi argillosi con sostanza organica.

Secondo quanto riportato nella normativa regionale per questa porzione di pianura, sono applicabili tre codifiche distinte di cui due per definire la litologia dei materiali alluvionali a tessitura fine prevalentemente limoso-argillosa:

- materiali alluvionali fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo argillosa.
- materiali alluvionali fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa.

Nella prima sono state accorpate facies quali limi argillosi, argille sabbiose, argille limose recenti e antiche. Nella seconda, sabbie, sabbie limose, limi sabbiosi.

Come si evince dalla carta litologica (Fig. 8) all'area destinata all' impianto Caorle FV è applicabile la prima codifica, ovvero: materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalente limo-argillosa



Legenda

 Confine comunale

MATERIALI LACUSTRI, PALUSTRI E LITORALI

 Materiali sciolti di alveo fluviale recente ed attuale dalla vegetazione e litorali

 Materiali alluvionali, fluvio-glaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosi

 Materiali alluvionali, fluvio-glaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa

 Sondaggio

 Prova penetrometrica

Figura 8 - Estratto della carta litologica del P.A.T.; evidenziata in rosso l'area di progetto Caorle FV. (Fonte: P.A.T. sito Comune di Caorle (VE))

4.2. Inquadramento geomorfologico regionale

La Regione Veneto è caratterizzata da una superficie complessiva di circa 18.399 km², così suddivisa:

- 15% Il Nord del territorio è occupato dalla zona altimetrica montana;
- 30% Zona centrale del territorio è occupata dalla fascia collinare pedemontana;
- 55% Il Sud del territorio è occupato dalla pianura.

La **zona montana** alimenta i fiumi che scendono in pianura per sfociare nell'Adriatico tra il delta del Po e la foce del Tagliamento (Adige, Brenta, Bacchiglione e Piave). Questa zona detta area alpino-dolomitica veneta è compresa tra lo spartiacque di confine con l'Austria e l'ampia conca del Vallone Bellunese. La caratteristica principale di questa porzione del territorio regionale è la presenza di massicci montuosi che superano regolarmente i 2000 metri e, in numerosi casi, 3000 metri di quota. Vi sono, dunque, porzioni relativamente vaste contraddistinte da ambienti di alta montagna, alle quali si affiancano rilievi a minore elevazione, di media e bassa montagna, che si raccordano con le valli del fiume Piave e dei suoi alti affluenti. Sono presenti in questa zona innumerevoli circhi glaciali e archi morenici frontali, formatisi durante le fasi finali dell'ultima glaciazione. Il quadro geomorfologico della zona montana si completa con le forme gravitative. Grandi frane hanno interessato durante tutto il post- glaciale le valli alpine venete, modificandone profondamente l'assetto.

La **fascia collinare pedemontana - prealpina** Veneta si estende dai ripidi contrafforti del M. Baldo ad ovest, sino all'altipiano del Cansiglio ad est. Il contatto con la pianura è mediato da una fascia di rilievi collinari di varia ampiezza, cui si aggiunge, isolato nella pianura, il colle del Montello e isolati nella pianura, i Colli Berici ed ancora più a sud i Colli Euganei. Si distinguono strutture caratterizzate da ampie superfici, da ondulate a subpianeggianti, delimitate da ripidi versanti, ossia gli altipiani e le dorsali, caratterizzate da strette creste in genere arrotondate, delimitate da versanti variamente pendenti. In relazione ai suoli va detto che l'ambiente periglaciale porta a diffusi fenomeni di soliflusso anche su superfici a moderata pendenza. Grandi falde detritiche bordano i fianchi dei canyons e dei rilievi dirupati correlati in genere alla presenza delle dolomie e dei calcari duri. Nei fondovalle, le acque superficiali hanno eroso e rimodellato frane e morene, hanno colmato di alluvioni e successivamente re-inciso, generando più ordini di terrazzi separati da scarpate erosive. Queste forme sono presenti in molte vallate prealpine e i terrazzi erosivi sono stati incisi anche in colline in via di sollevamento. Ampie fasce di raccordo colluviale bordano i rilievi, probabilmente sviluppatasi durante fasi fredde per l'ampia diffusione di processi crioclastici. In questa fascia risulta molto intensa la modificazione morfologica imposta dalle attività antropiche (come attività estrattive, minerarie e di sistemazione idraulica).

La **zona occupata dalla pianura** Veneto-Friulana costituisce l'estrema propaggine orientale della Pianura Padana. Alla diretta azione sedimentaria del fiume Po è attribuibile l'area del delta e buona parte del territorio polesano, mentre più a nord la pianura si è andata formando grazie agli apporti solidi dei principali fiumi alpini quali l'Adige, il Brenta, il Piave e il Tagliamento. Una caratteristica generale della pianura veneta è la forte classazione dei sedimenti e la marcata differenziazione delle forme alluvionali all'allontanarsi dal piede delle Prealpi. Tali aspetti portano alla distinzione di due grandi unità fisiografiche note come "alta" e "bassa" pianura. L'alta pianura si estende per una fascia di circa 15-20 km dai rilievi ed è costituita prevalentemente da ghiaie con matrice sabbiosa. Questi depositi, trasportati da fiumi del tipo "a canali intrecciati" (braided), formano degli ampi conoidi che si dipartono dagli sbocchi delle valli, con pendenze piuttosto accentuate, generalmente superiori a 3-4%. Più a valle, nella bassa pianura, a causa della normale diminuzione della

capacità di trasporto dei corsi d'acqua, i depositi diventano sabbiosi e limoso–argillosi. Gli alvei fluviali assumono configurazioni a canale singolo, con sinuosità variabile da poco accentuata fino a meandriforme. Spesso i fiumi hanno decorsi pensili, cioè, sopraelevati rispetto alle aree circostanti e, nel tempo, vanno a costruire dei dossi fluviali. Le coste venete sono contraddistinte dalla presenza di cordoni litoranei che si susseguono senza soluzione di continuità. **Cordoni litoranei bordano i delta dei fiumi veneti e delimitano verso mare le lagune di Caorle** e di Venezia; le sole interruzioni sono date dalle bocche di porto lagunari e dalle foci dei fiumi. Si tratta di complessi di spiagge e dune costituite da sabbie marine, rielaborate dai venti e dal moto ondoso; le dune giungono a ergersi fino a 5–6 metri sopra al livello del mare.



Figura 9 - Unità orografiche del Veneto, con indicazione dell'area Caorle FV. (Fonte: Carta Geologica d'Italia)

4.2.1 Inquadramento geomorfologico locale

L'area del comune di Caorle è caratterizzata da una morfologia pianeggiante con quote che variano da un massimo di circa 8 m di piccoli campi dune in prossimità della foce del Livenza, a quasi -3 m s.l.m. nelle aree di bonifica a nord e a est di Ottava Presa. Nell'area sono presenti terreni sabbiosi di origine alluvionale depositati dai sistemi fluviali dei fiumi Piave, Livenza e Tagliamento in contiguità con depositi fini di origine lagunare; una striscia di sabbie litorali di larghezza variabile separa le forme fluviali e lagunari dal Mare Adriatico. Le antiche forme del territorio non sono sempre riconoscibili perché mascherate dagli interventi di urbanizzazione, dall'attività agricola o modificate dagli interventi sulla rete fluviale. Nelle aree centro

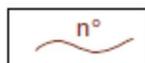
setteentrionali, orientali e occidentali del territorio comunale, si evidenziano le aree topograficamente più depresse, fino a quote di quasi -3 m s.l.m. L'analisi della Carta Geomorfologica evidenzia come le aree sotto il livello del mare siano estese alla maggior parte del territorio comunale; in una finestra della carta d'analisi si sono evidenziate le aree con quote sotto il livello del mare e in dettaglio le aree con quote inferiori a -2 m s.l.m. In queste aree, le infrastrutture stradali principali sono costruite in rilevato. Argini artificiali delimitano i corsi d'acqua, sia lungo quelli naturali d'acqua dolce (Livenza e Lemene) sia lungo i recettori più importanti del vasto reticolo di bonifica che circonda il territorio. Tali corsi d'acqua sono pensili rispetto al piano campagna circostante. Il territorio interessato dalla realizzazione dell'impianto Caorle FV si trova nella bassa pianura, nella zona lagunare di Caorle a ridosso del fiume Livenza subito a Nord dell'unione del medesimo con l'affluente canale Commessera; l'area si presenta pianeggiante e la morfologia naturale è mascherata da attività agricole e canalizzazioni realizzate per il defludio delle acque; l'area è costituita da materiali alluvionali medio fini risultato dell'accumulo e estinzione del corso meandriforme del fiume Livenza e da accumuli di ambiente lagunare. L'area Caorle FV, ad una quota compresa fra 0 e 1 m s.l.m. e in alcuni punti è di -1 m s.l.m., (vedi figura 10) è soggetta al fenomeno di subsidenza con tasso di abbassamento di 5 – 7 mm l'anno (PTCP Provincia di Venezia).



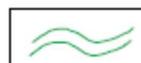
Legenda



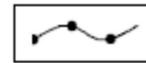
Confine comunale



Isoipse (-1m)



traccia corso fluviale estinto



Argini principali

Figura 10 – Stralcio di carta Geomorfologica di Caorle, in evidenza l'area Caorle FV (Fonte: Comune di Caorle P.A.T.)

5. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO

Il Veneto presenta un fitto reticolo idrografico che comprende alcuni tra i maggiori fiumi italiani. Il Po costituisce per un lungo tratto il confine regionale con l'Emilia-Romagna. Subito a nord del delta del Po vi è la foce dell'Adige con il connesso apparato deltizio. Il Brenta riceve un grosso apporto dal suo principale affluente di sinistra, il torrente Cismon. Il Brenta da Bassano prosegue fino circa a Fontaniva con un alveo ghiaioso molto ampio, del tipo a canali intrecciati (braided). Più a valle la corrente si concentra progressivamente in un unico canale e il corso diventa monocursale meandriforme sino in prossimità di Padova dove a partire dal XVI° secolo, il fiume Brenta è stato più volte deviato e le sue foci sono state definitivamente portate fuori dalla laguna di Venezia. La foce attuale è ubicata a pochi chilometri da Chioggia. Il bacino idrografico del Brenta confina a est con quello del Piave. I principali affluenti del Piave, si sviluppano in destra idrografica; tra questi ricordiamo, da monte verso valle il Pàdola, l'Ansiei, il Bòite, il Ma e il Cordevole. In sinistra idrografica, tributari degni di nota sono i torrenti Piova, Talagona e Vajont e gli ultimi due affluenti, il torrente Raboso e il fiume Soligo. Da S. Donà di Piave in poi anche il corso del Piave, come il Brenta, è stato soggetto a forti manomissioni durante gli ultimi secoli. L'attuale foce viene raggiunta mediante un tracciato marcatamente rettilineo, il cosiddetto Piave di Cortellazzo. Il Tagliamento costituisce il limite orientale del Veneto per un tratto di circa 25 km, compreso tra S. Michele al Tagliamento e il mare. A fianco dei principali fiumi alpini sin qui elencati, esiste un fitto reticolo idrografico minore costituito dai corsi d'acqua di origine prealpina e di risorgiva. Questi ultimi sono alimentati dalla falda freatica che viene a giorno nella cosiddetta "fascia delle risorgive", posta a una distanza media di circa 15–20 km dal margine alpino, in corrispondenza del passaggio tra l'alta pianura e la bassa pianura. Le sorgenti corrispondono a singoli o, più spesso, a gruppi di "fontanili". Questi fiumi, tra i quali ricordiamo il Tartaro, il Bacchiglione, il Sile, lo Zero, il Meolo e il Reghena, sono caratterizzati da portate costanti e decorsi meandriformi. Non è escluso che corsi d'acqua di risorgiva ricevano dei contributi da parte dei torrenti prealpini. È questo il caso del Bacchiglione, che riceve le acque dell'Astico all'altezza di Vicenza. Una situazione simile si verifica per il Livenza, che accoglie i deflussi del torrente Meduna provenienti dal lato friulano. Le bonifiche degli ultimi secoli hanno ridotto drasticamente l'estensione delle aree umide del Veneto. Le uniche aree palustri che ancora sussistono rappresentano delle situazioni superstiti, sopravvissute solo perché ubicate in prossimità di risorgive. Lo stesso è accaduto a gran parte delle paludi costiere, deltizie e perilagunari, che sono state prosciugate grazie allo scolo meccanico delle acque essendo situate al di sotto del livello del mare. Le paludi salmastre sono ancora presenti solo in ristretti areali all'interno delle conterminazioni delle lagune di Venezia, Caorle e Bibione, strette tra le valli da pesca e la laguna aperta.

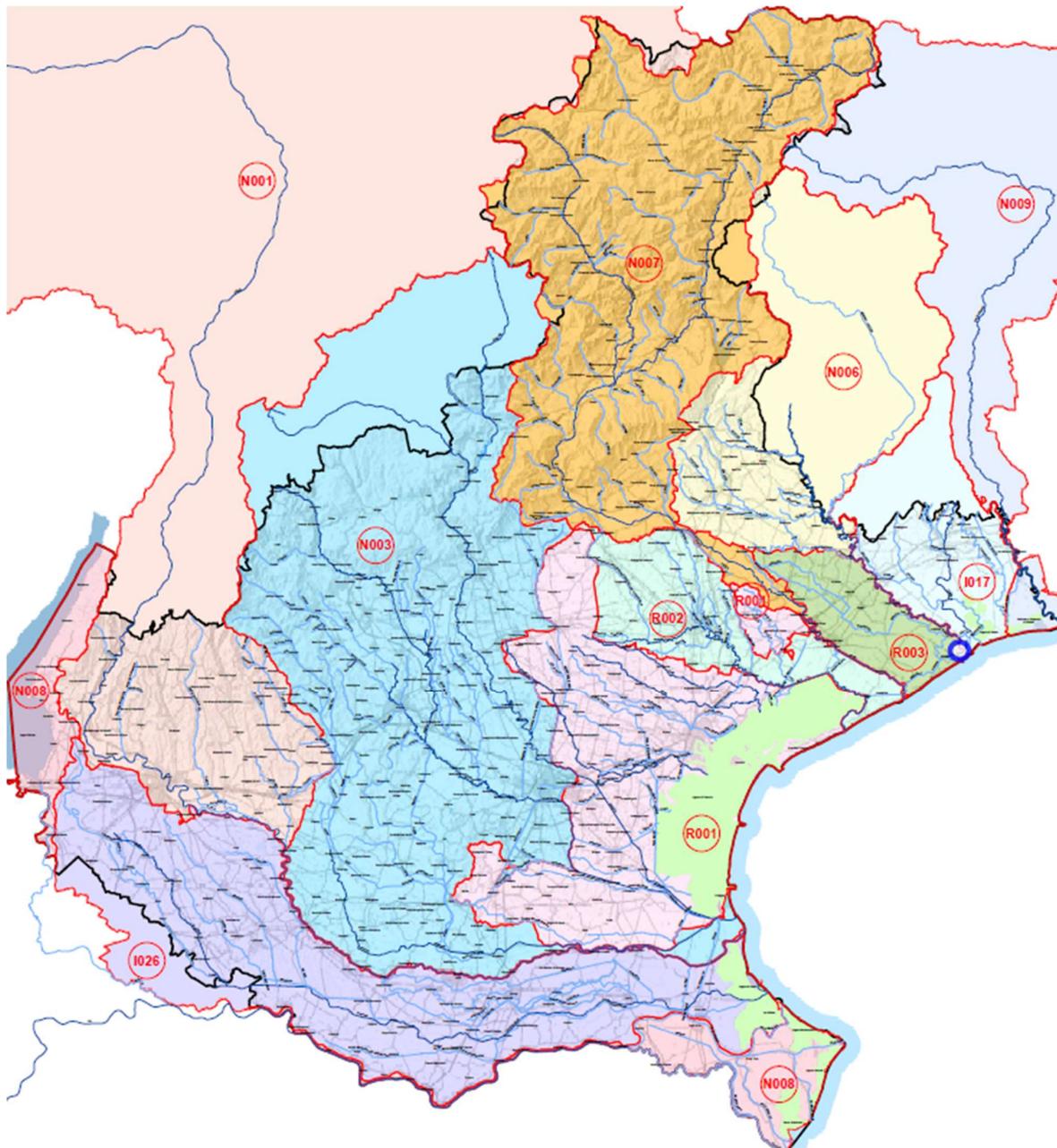
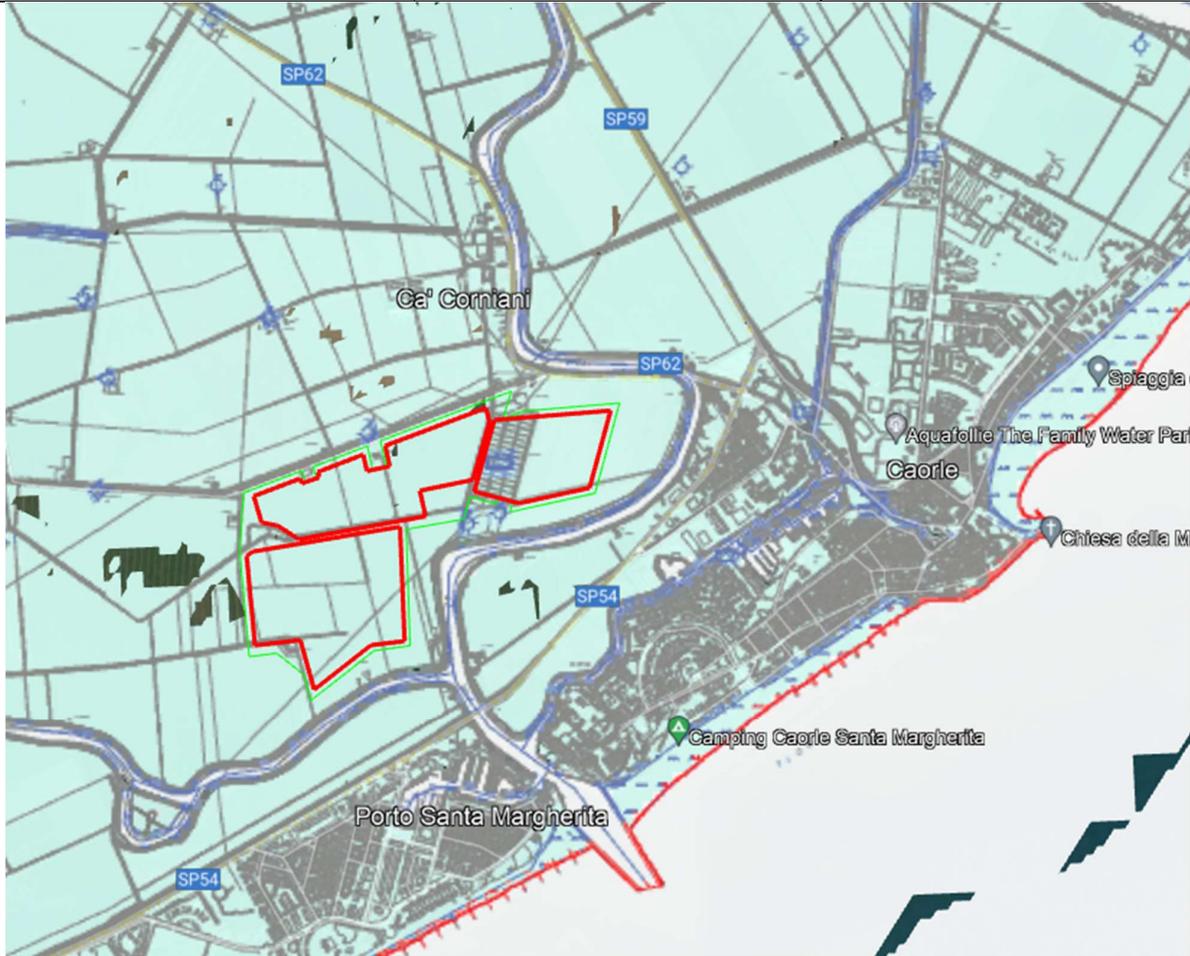


Figura 11 – Carta dei corpi idrici e dei bacini idrografici, cerchiata in blu, l'area del progetto Caorle FV (Fonte: ARPAV Veneto).

Per quanto riguarda il territorio di Caorle è importante ricordare che successivamente alla piena del novembre 1966, il Livenza a valle della immissione del Meduna a Tremeacque è stato oggetto di numerosi interventi di sistemazione idraulica.



Legenda

 Area con profondità della falda da 0 a 2m da p.d.c.

Figura 12 – Stralcio della carta idrogeologica con evidenziata l'area del progetto Caorle FV. (PAT Comune di Caorle)

6. CLASSIFICAZIONE SISMICA E SISMICITA' STORICA

La Regione del Veneto è storicamente caratterizzata da terremoti energeticamente rilevanti e, generalmente, può essere considerata una regione di moderata sismicità. Il territorio regionale veneto, già interamente classificato sismico, a partire dal 15 maggio 2021 è incluso nelle zone 3, 2 e 1. Come si evince dalle seguenti figure, gli eventi sono concentrati nella fascia di rilievi della pedemontana a sud, fino alla parte più interna della catena a nord e in senso longitudinale si trovano dalla zona di Bassano del Grappa fino alle Dolomiti Friulane. I dati macrosismici relativi ai terremoti storici e le localizzazioni automatiche di eventi recenti suggeriscono che la maggior parte dei terremoti che hanno colpito la regione fino ad ora sono piuttosto superficiali.



Figura 13 - Massima intensità macrosismica in Italia settentrionale, in rosso l' area progetto Caorle FV (fonte. Istituto Nazionale di Geofisica)

Dalla consultazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI 11) è stato possibile ricostruire la storia sismica della regione per i terremoti. Nelle seguenti figure si riportano gli eventi più significativi registrati nella Regione Veneto.

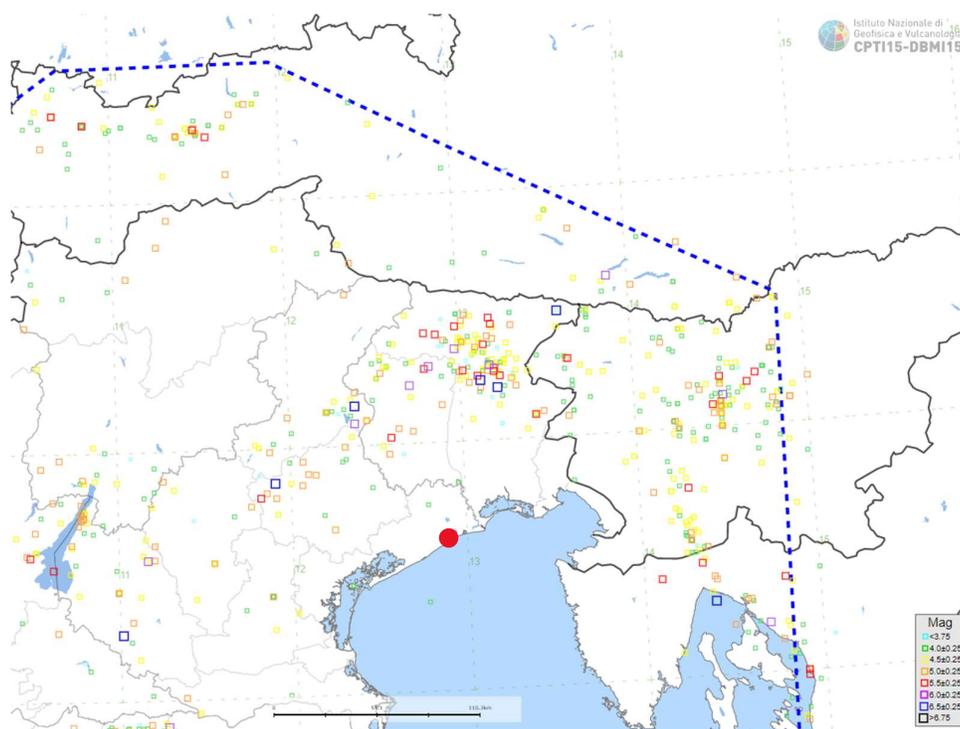


Figura 14 – Stralcio della Carta dei Terremoti, in rosso l' area progetto Caorle FV (fonte: Istituto Nazionale di geofisica e vulcanologia)

Il Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (“G.N.D.T.”) ha individuato un modello sismogenetico che divide il territorio nazionale in più zone sismogenetiche. L'area di interesse per il progetto per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico non rientra in nessuna delle zone (fig. 15).



Legenda della zonazione sismogenetica ZS.4 (aprile 1996)

A. Zone di interazione tra piastra adriatica e piastra europea (Alpi e Sudalpino) e zone di interazione tra piastra adriatica e sistema dinarico (Dinaridi ed Ellenidi fino allo svincolo di Cefalonia). L'asse di compressione massima, suborizzontale segue i vettori di spostamento dell'indenter insubrico.

- 1.1. Aree con meccanismi di rottura attesi di tipo thrust e transpressivi
- 1.2. Aree di svincolo, con meccanismi di rottura attesi di tipo transpressivo o strike-slip

B. Zone legate al margine interno della piastra padano-adriatico-ionica in subduzione sotto la catena appenninica.

- 2.1. Fascia padano-adriatica in compressione. Meccanismi di rottura attesi: thrust e strike-slip
- 2.2. Fascia intermedia. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip
- 2.3. Fascia tirrenica in distensione. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip
- 2.4. Zone di svincolo (transfer). Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di strike-slip.

Non è ancora definitivamente chiarito se l'Arco Calabria appartiene a questo gruppo o al gruppo 3. Nella prima ipotesi:

- 2.5.a. Fasce sismogenetiche longitudinali. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip
- 2.5.b. Zone di svincolo. Meccanismi di rottura attesi: strike-slip

C. Zone legate al recente sollevamento della catena appenninica, successivo ad una lunga storia di migrazione spazio-temporale del sistema catena-avampese.

- 3.1. Fascia appenninica principale. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip e subordinatamente strike-slip
- 3.2. Margine tirrenico. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip

D. Zone legate ad un regime compressivo giovane impostato su un precedente regime distensivo.

- 4.1. Mar Ligure. Meccanismi di rottura attesi: thrust e strike-slip
- 4.2. Liguria occidentale. Meccanismi di rottura attesi: strike-slip e transpressione

E. Zone di rottura all'interno della piastra di avampese e lungo i suoi margini in flessione.

- 5. Belice, Iblei, Scarpata Ibleo-Maltese, Gargano-Tremiti, Canale d'Otranto. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip nelle aree di flessura e lungo la scarpata di Malta e di strike-slip nelle altre

F. Zone vulcaniche

- 6. Ischia-Flegrei, Vesuvio ed Etna, con terremoti molto superficiali. Meccanismi di rottura attesi per i terremoti meno superficiali: dip-slip per l'area campana e misti (dip-slip e strike-slip) per l'Etna

Figura 15 - Zonazione sismogenetica ZS4, in rosso l' area progetto Caorle FV. (GNDT nel 1996)

L'intero territorio Veneto è descritto nell'Atlante della Classificazione Sismica del Territorio Nazionale, redatto dal Servizio Sismico del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Lo stesso, ai sensi della "O.P.C.M. del 20/03/2003 n.3274", è stato mappato dall'INGV (Ist.to Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) sulla base delle mappe di "Pericolosità sismica" del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo (agmax).

La classificazione sismica del territorio è stata per lungo tempo competenza dello Stato che ha provveduto negli anni '80 alla classificazione per Decreto dell'intero territorio nazionale.

Secondo l'attuale legislazione, la classificazione sismica del territorio spetta alle regioni, sulla base dei criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche stabiliti dallo Stato, attualmente rappresentati dall'Opcm 3519/06. Per il Veneto la classificazione sismica è stata definita con Delibera della Giunta Regionale n. 244 del 9 marzo 2021. Di seguito si riporta estratto della zonazione sismica di base della Regione Veneto:

ALLEGATO B DGR n. 244 del 09 marzo 2021

pag. 9 di 16

PROVINCIA DI VENEZIA

Progressivo	ISTAT	Comune	Zonazione sismica proposta	Zonazione sismica DCR 67 3 dicembre 2003
1	27001	Annone Veneto	3	3
2	27002	Campagna Lupia	3	4
3	27003	Campolongo Maggiore	3	4
4	27004	Camponogara	3	4
5	27005	Caorle	3	4
6	27044	Cavallino Treporti	3	4
7	27006	Cavarzere	3	4
8	27007	Ceggia	3	3

Figura 16 – estratto DGR sismica del Friuli Venezia Giulia. In evidenza il comune di Caorle.

Il comune di Caorle è passato dalla zona sismica 4 alla zona sismica 3 con deliberazione della Giunta Regionale n.244 del 9 marzo 2021.

La zona sismica di classe 3, così definita:

Zona 3 è quella a sismicità medio-bassa (PGA fra 0,05 e 0,15 g), comprende 1.560 comuni, che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.

Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag]: intervallo di accelerazione $0,05 < ag \leq 0,15$ g con accelerazione massima = 0,15g.

Questi ultimi parametri dipendono dalle caratteristiche sismologiche del territorio definite sul reticolo di zonazione sismica a scala nazionale.

Il valore dell'accelerazione a_g è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento prodotta e divulgata dall'Istituto di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e non è altro che la probabilità che, in un fissato lasso di tempo, nel sito in studio si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato.

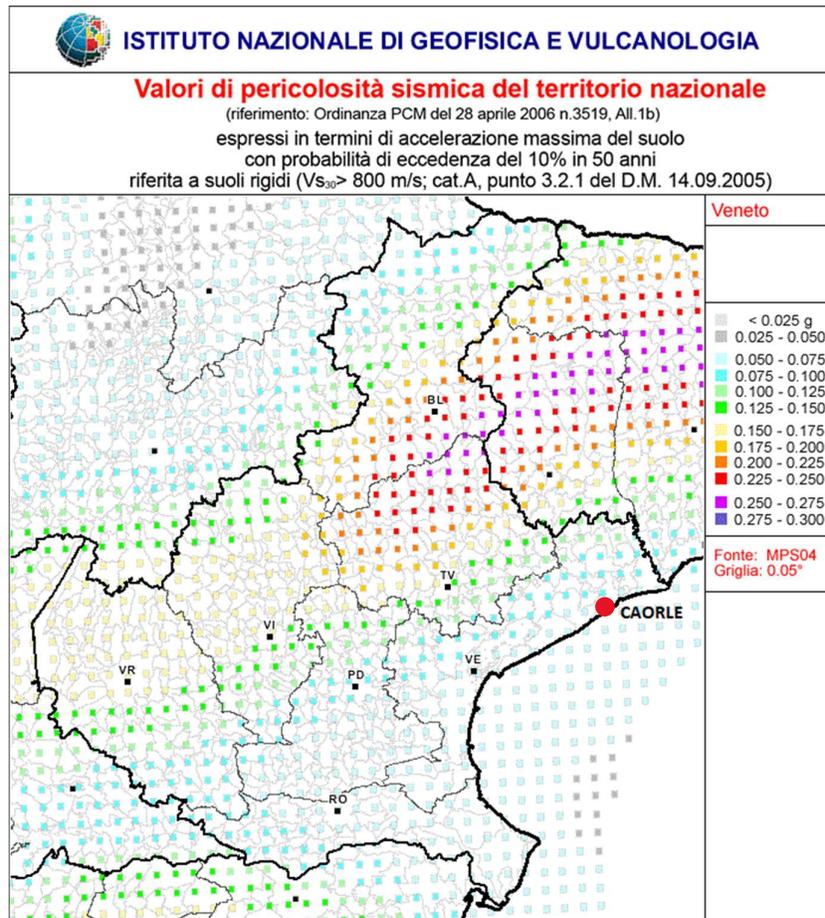


Figura 17 - Carta della pericolosità sismica, in rosso l' area d'impianto. (Fonte: INGV)

La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A, $V_{s30} > 800$ m/s) e pianeggiante.

Per il comune di Caorle si osserva che il livello massimo di scuotimento in uno specifico istante temporale di un treno d'onde registrato da una stazione sismologica ha PGA compreso tra 0,050 e 0,075; questo parametro descrive la pericolosità sismica delle strutture in modo approssimativo perché gli edifici non sono oscillatori semplici ma sono caratterizzati da diversi modi di vibrazione, è in ogni caso un buon indice di pericolosità sismica per edifici bassi (circa 7 piani).

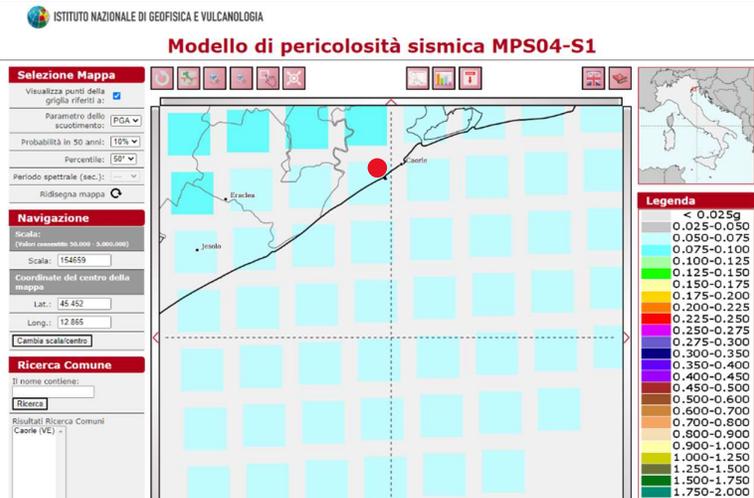


Figura 18 – Modello di pericolosità sismica Caorle, in rosso l' area d'impianto. Parametro scuotimento PGA (INGV)

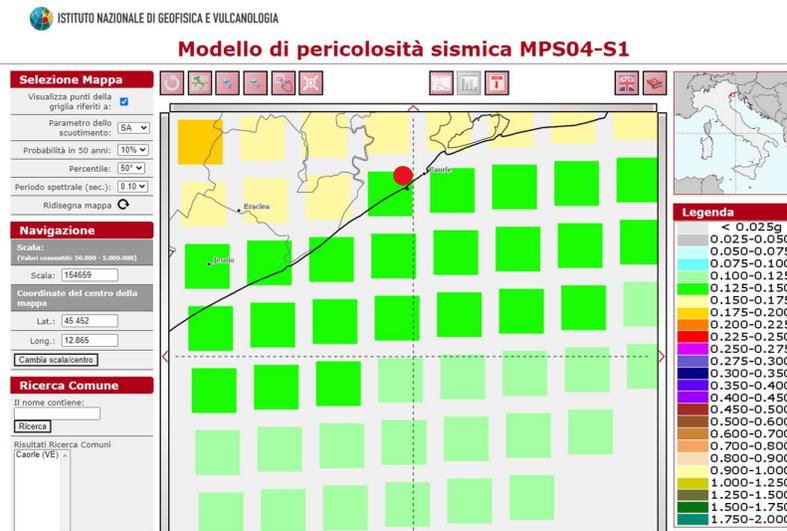


Figura 19 – Modello di pericolosità sismica Caorle, in rosso l' area d'impianto. Parametro scuotimento SA (INGV)

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto VN per il coefficiente d'uso CU: $VR = VN \times CU$.

In merito alla tipologia progettuale e alla definizione (tabella 2.4.1 e 2.4.2 NTC 2018) nel caso in esame è individuabile la tipologia di costruzione 2 con vita nominale VN maggiore o uguale a 50 anni e classe d'uso II: *“Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.”* ed il relativo coefficiente d'uso.

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella sottostante tabella (tratta da NTC 2018):

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

La rappresentazione di riferimento per le componenti dell'azione sismica è lo spettro di risposta elastico in accelerazione per uno smorzamento convenzionale del 5% con periodo di oscillazione T maggiore o uguale a 4 sec: espressione del prodotto della forma spettrale per l'accelerazione.

Nei confronti delle azioni sismiche sia gli stati limite di esercizio che quelli ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab.3.2.I. delle NTC18 riportata nel seguito:

Tabella 1 - Probabilità di superamento PVR in funzione dello stato limite considerato (NTC 2018)

Stati Limite	P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento V_R si ricava il periodo di ritorno T_R del sisma utilizzando la relazione:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})} = - \frac{C_U V_N}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

Il periodo di ritorno T_R è il periodo medio intercorrente fra un sisma ed il successivo di eguale intensità.

Stati Limite	Valori in anni del periodo di ritorno T_R al variare del periodo di riferimento V_R
--------------	---

Stati Limite di Esercizio (SLE)	SLO	$(\hat{)} 30 \text{ anni} \leq T_R = 0,60 \cdot V_R$
	SLD	$T_R = V_R$
Stati Limite Ultimi (SLU)	SLV	$T_R = 9,50 \cdot V_R$
	SLC	$T_R = 19,50 \cdot V_R \leq 2475 \text{ anni} (\hat{)}$

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale (RSL) si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano

chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II delle NTC18, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s .

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Anmassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove geofisiche oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

Tuttavia, si sottolinea come l'approccio suggerito e maggiormente affidabile è quello attraverso la misura diretta del valore di V_s ottenibile attraverso indagini geofisiche (MASW).

La risposta sismica locale e, comunque, la modellazione sismica in generale comprendono, ove necessario in relazione alla natura ed alla dimensione dell'opera, un propedeutico studio geomorfologico, stratigrafico e tettonico, nonché una individuazione delle categorie di sottosuolo a cui afferiscono le opere in progetto.

7. VALUTAZIONE DELLE PERICOLOSITA'

Per la valutazione di aree potenzialmente a rischio per fattori geologici, e con lo scopo di caratterizzare il territorio interessato dal progetto proposto, sono stati esaminati i seguenti temi:

- Fattori di pericolosità idrogeologica;
- Fattori di pericolosità geomorfologica;
- Fattori di pericolosità sismica.

7.1 Pericolosità idrogeologica e geomorfologica

Gli strumenti per l'individuazione di fattori di pericolosità idrogeologica sono di tipo tecnico scientifico ma anche programmatico, vale a dire derivati da studi specifici che hanno portato a indirizzi e norme incluse nella pianificazione territoriale di settore.

Per una valutazione della pericolosità geologica ed idrogeologica si è fatto riferimento agli elaborati del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico del Bacino idrografico R003-Pianura tra Livenza e Piave, in cui ricade l'area di progetto.

Il Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, le norme d'uso del suolo e gli interventi riguardanti l'assetto idrogeologico del territorio.

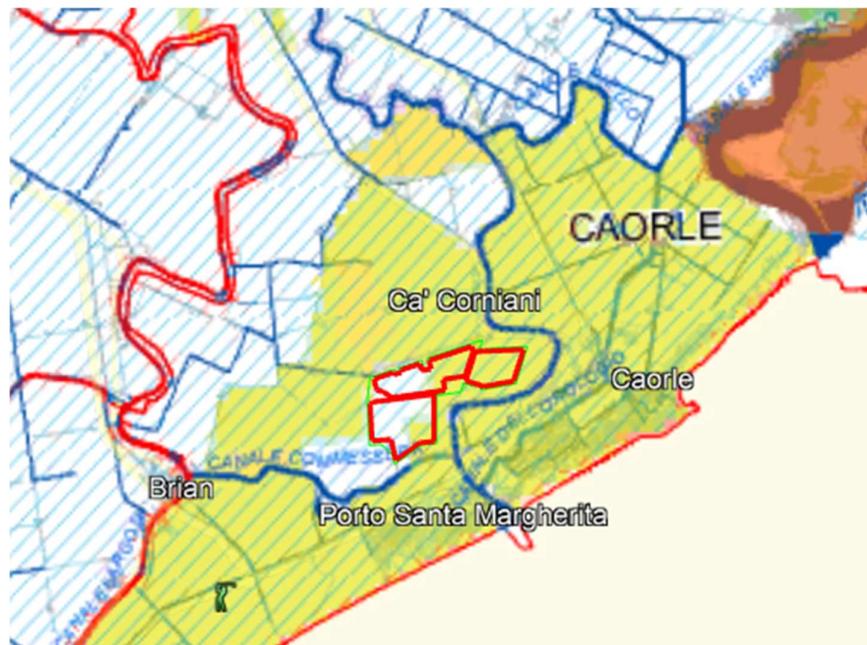
Il Piano individua le seguenti aree a rischio idrogeologico:

- Molto elevato;
- Elevato;
- Medio;
- Moderato.

Di tali aree determina la perimetrazione e stabilisce le relative norme tecniche di attuazione; delimita le aree di pericolo idrogeologico quali oggetto di azioni organiche per prevenire la formazione e l'estensione di condizioni di rischio; indica gli strumenti per assicurare coerenza tra la pianificazione stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico e la pianificazione territoriale in ambito regionale ed anche a scala provinciale e comunale; individua le tipologie, la programmazione degli interventi di mitigazione o eliminazione delle condizioni di rischio e delle relative priorità, anche a completamento ed integrazione dei sistemi di difesa esistenti.

Per quanto riguarda la pericolosità geologica - idraulica, si riporta di seguito l'inquadramento dell'area di progetto sulla cartografia della Provincia di Venezia, del PAI (Piano di Assetto Idrogeologico, fig. 20) e del PAT (Piano di Assetto del Territorio del Comune di Caorle estrapolate dallo stesso PAI del Bacino della pianura tra Piave e Livenza, fig. 21), da cui si evince che l'area ricade in un'area di pericolosità idraulica

moderata P1, soggetta a scolo meccanico, mentre la porzione più orientale ricade in un'area di pericolosità idraulica moderata *P1 soggetta ad allagamenti per eventi con tempo di ritorno pari a 100 anni*. Dal punto di vista geologico come si evince dalla carta delle fragilità del PAT (fig. 22), è un'area a marcata subsidenza e i terreni sono idonei a condizione D.



CLASSI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA

-  PERICOLOSITA' P3 - ELEVATA
(lama d'acqua superiore al metro per eventi con tempo di ritorno pari a 50 anni)
-  PERICOLOSITA' P2 - MEDIA
(lama d'acqua inferiore al metro per eventi con tempo di ritorno pari a 50 anni)
-  PERICOLOSITA' P1 - MODERATA
(allagamenti per eventi con tempo di ritorno pari a 100 anni)
-  PERICOLOSITA' P1 - MODERATA
(aree soggette a scolo meccanico; indicata solo nei PPAI dei bacini di rilievo regionale ed interregionale)

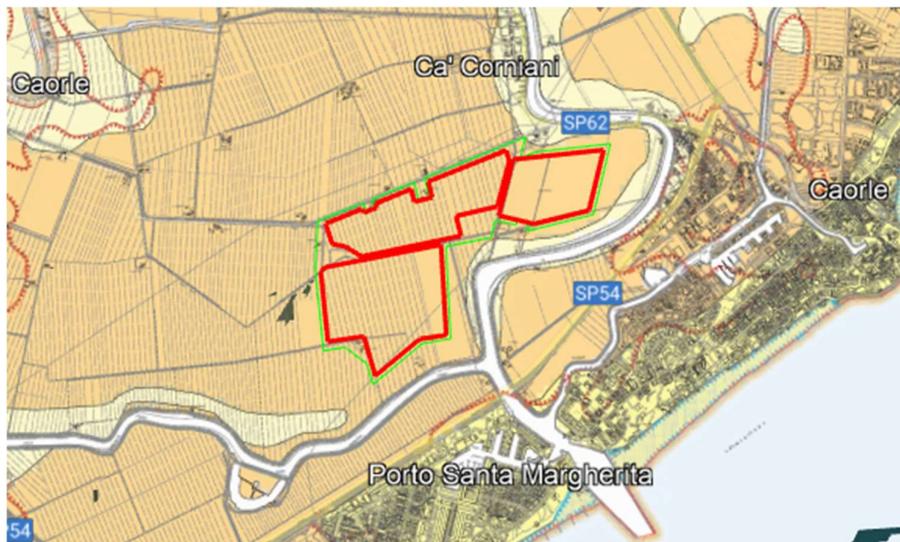
Figura 20 – Estratto della carta delle aree inondabili relative ai tratti terminali dei fiumi principali nel territorio di Caorle; evidenziata in rosso l'area dell'impianto (dal sito della Provincia di Venezia)



Legenda

□ Pericolosità idraulica moderata; area soggetta a scolo meccanico

Figura 21 – Estratto della carta Compatibilità idraulica-rischio idraulico evidenziata in rosso l'area dell'impianto. (fonte: PAT Comune di Caorle).



Legenda

Classe di compatibilità II; terreni a condizione:



Terreni idonei a condizione D

Aree soggette a dissesto idrogeologico:



area a marcata subsidenza

Figura 22 – Estratto della carta delle fragilità; in evidenza l'area del progetto impianto Caorle FV (dal PAT, Comune di Caorle)

Il territorio del comune di Caorle giace per la quasi totalità sotto il livello del mare. Le terre emerse sono il risultato di opere di bonifica attuate nel corso dell'Ottocento - Novecento e di opere secolari di difesa a mare. Tali terreni sono mantenuti all'asciutto solo attraverso un sistema, continuamente rinnovato, di argini artificiali, murazzi, gradonate di cemento e idrovore. La soggiacenza della falda è sempre compresa fra 0-2 m dal p.c. Solo limitate porzioni dell'entroterra (dossi fluviali) e della costa (cordoni litoranei) hanno quote superiori al livello medio del mare. I parametri utilizzati per la definizione delle classi di compatibilità, come dettagliati nella relazione e nella cartografia geologica, idrogeologica, geomorfologica, sono:

- aspetti geomorfologici (dossi, paleoalvei, cordoni litoranei, barene, opere di difesa costiera, argini, microrilievo);
- le caratteristiche litologiche dei terreni; caratteristiche geotecniche dei terreni;
- la permeabilità del terreno vicina a $1 \cdot 10^{-8}$ m/sec;
- le problematiche di tipo idrogeologico (soggiacenza della falda compresa tra 0 e 2 m dal piano di campagna);
- le condizioni idrauliche: ristagno idrico, difficoltà di deflusso, rischio idraulico e/o rischio di esondazione legato alla rete di bonifica e a fenomeni di mareggiata; fenomeno di marcata subsidenza.

Dato il contesto geomorfologico, in cui non sono presenti terreni idonei alla trasformazione non condizionata, ai fini della salvaguardia del patrimonio ambientale, della sicurezza del territorio e delle relative opere infrastrutturali i terreni sono stati raggruppati dal PAT in due classi generali di compatibilità geologica:

1. Classe di compatibilità II: terreni idonei a condizione;
2. Classe di compatibilità III: terreni non idonei.

A loro volta i terreni idonei a condizione sono stati classificati in relazione ai diversi tipi di condizione a cui soggiacciono.

Nella fattispecie, per quanto riguarda l'area destinata all'impianto fotovoltaico, terreni idonei a condizione D: aree caratterizzate da scadenti proprietà geotecniche del sottosuolo (argille e argilla organiche con spessori elevati) poste a quote particolarmente depresse (attorno a -2 m s.l.m.) e con tassi di subsidenza rilevanti.

In relazione ai risultati della valutazione delle pericolosità si raccomanda di svolgere indagini geognostiche puntuali per acquisire i parametri sito specifici necessari per le valutazioni geologico/geotecniche e di pericolosità del sedime di fondazione da utilizzare nei successivi step di progettazione e di verificare le condizioni dei canali di dreno presenti nell'area impianto e limitrofi.

7.2 Pericolosità sismica

Nell'ambito del progetto ITHACA (Italy HAZard from CApable faults) realizzato da ISRPA sono state cartografate le faglie attive capaci potenzialmente in grado di determinare dislocazioni del suolo o fenomeni di deformazione in superficie.

L'area di intervento non risulta caratterizzata dalla presenza di faglie capaci in grado di determinare dislocazioni del suolo o fenomeni di deformazione per creep asismico.

Il comune di Caorle è passato dalla zona sismica 4 alla zona sismica 3 con deliberazione della Giunta Regionale n.244 del 9 marzo 2021.

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

<i>Zona sismica</i>	<i>Descrizione</i>	<i>accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [a_g]</i>	<i>accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [a_g]</i>	<i>numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)</i>
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$0,25 < a_g \leq 0,35$ g	0,35 g	714
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25$ g	0,25 g	2.391
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g	0,15 g	2.988
4	È la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05$ g	0,05 g	1.8

ITHACA - CATALOGO DELLE FAGLIE CAPACI

ISPRA-Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia

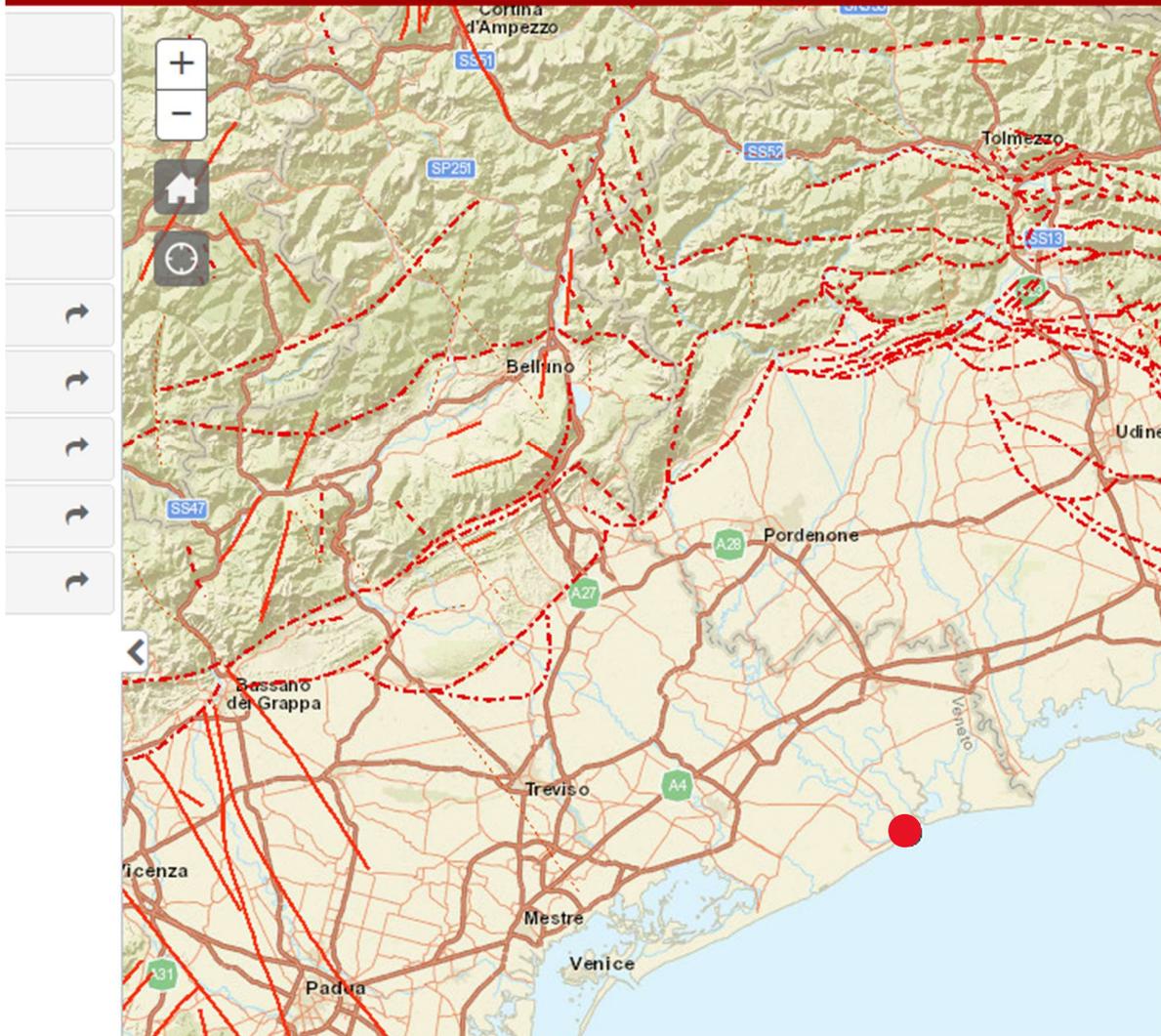


Figura 23 – Stralcio della carta ITHACA, evidenziata in rosso, l'area dell'impianto. (Fonte: Catalogo delle faglie capaci redatta da ISPRA).

Per quanto riguarda la verifica del verificarsi del fenomeno di liquefazione si richiamano i principi generali e le caratteristiche legate al fenomeno.

Nel caso di terremoti di elevata intensità e di lunga durata, in particolari tipi di terreno ed in determinate condizioni idrauliche, si possono generare dei fenomeni di liquefazione del terreno.

Si è ritenuto quindi essenziale valutare se nell'ambito dell'area in esame fossero presenti dei terreni potenzialmente liquefacibili. Per una stima del potenziale di liquefazione del terreno sono stati esaminati i fattori predisponenti che concorrono a creare le condizioni in cui la liquefazione può manifestarsi:

- La presenza di falda a limitata profondità dal piano campagna come elemento necessario per il manifestarsi del fenomeno di liquefazione. Infatti, il carico litostatico limita sensibilmente l'insorgere del fenomeno e fa in modo che la liquefazione non si manifesti nel caso di falda non propriamente superficiale (>15 m dal p.c.);
- La struttura, la dimensione, la forma, la distribuzione granulometrica e il grado di uniformità delle particelle del terreno influenzano sensibilmente il fenomeno della liquefazione. I terreni suscettibili di liquefazione sono quelli in cui la resistenza alla deformazione è mobilizzata per attrito tra le particelle, quindi fondamentalmente i terreni incoerenti. Nei terreni coesivi o litoidi le forze di coesione riducono la mobilità delle singole particelle e benché sotto l'azione di carichi ciclici la pressione interstiziale aumenti, il decadimento della resistenza è più lento e, nel caso di eventi sismici, la liquefazione non riesce a manifestarsi;
- Lo stato di addensamento del terreno è predisponente per lo sviluppo del fenomeno di liquefazione. I depositi sciolti poco addensati sono particolarmente esposti ad episodi di liquefazione.
- Sulla scorta di quanto sopra, viste le caratteristiche sismiche dell'area, si raccomanda in fase esecutiva di svolgere delle indagini geognostiche puntuali per indagare nel dettaglio le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo di fondazione e verificare le condizioni di pericolosità.

8. COMPATIBILITA' DEL PROGETTO CON I CARATTERI GEOLOGICI DELL'AREA

8.1 Attività previste in fase di cantiere

Per le attività previste in fase di cantiere si rimanda al paragrafo 3.1 della presente relazione.

8.2 Condizioni geologiche e morfologiche dei terreni d'imposta

Sono descritti a seguire gli aspetti di maggior rilievo connessi alla realizzazione delle opere progettuali più significative, quali:

- 1) Strutture di supporto dei pannelli fotovoltaici;
- 2) cabinati BESS, PCS, trasformatori;
- 3) opere civili;
- 4) cavidotti interrati e opere per la connessione alla rete nazionale.

In relazione a quanto riportato in letteratura e all'assetto geomorfologico dell'area sulla quale il sito insiste, che corrisponde ad un'area di pianura, è plausibile attendersi un sedime di fondazione alluvionale, uniforme in termini di spessore e continuità laterale con caratteristiche geotecniche scadenti, posto a quote particolarmente depresse e con tassi di subsidenza rilevanti. La morfologia pianeggiante permette di non prevedere opere di sostegno e di sistemazione di pendii. La parte sommitale del piano campagna sarà oggetto di pulizia mediante il taglio raso terra di vegetazione erbacea ed arbustiva al fine di rendere la superficie di posa quanto più piana e regolare possibile.

Le strutture prefabbricate che saranno installate nell'area, internamente alla recinzione, verranno realizzate insieme alla nuova viabilità d'accesso al sito.

Per la realizzazione dei cavidotti interrati è previsto lo scavo di trincee di entità modesta.

Considerate tali profondità e le condizioni locali dei terreni in affioramento, si prevede siano interessati esclusivamente i depositi alluvionali recenti.

9. CONCLUSIONI

In questo paragrafo sono sintetizzati i risultati dello studio geologico finalizzato alla valutazione delle condizioni geomorfologiche idrogeologiche e geologiche che interessano i terreni sui quali sarà realizzato il progetto Caorle FV che prevede un impianto BESS di 19,8 MW.

Lo studio è stato elaborato mediante la consultazione di dati di letteratura geologica specifica, strumenti urbanistici e di pianificazione territoriale.

Sono state verificate le informazioni contenute nel Piano per l'Assetto Idrogeologico dei bacini regionali (PAIR) e del Piano di Assetto del Territorio (PAT) per valutare l'eventuale presenza di condizioni di instabilità o criticità idrogeologica.

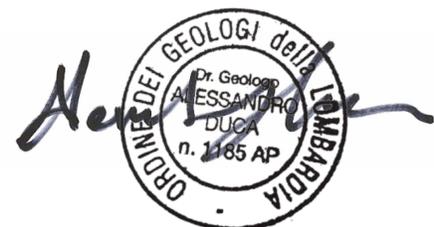
In base ai risultati descritti è stato possibile riassumere le seguenti conclusioni sui caratteri geologici dell'area.

Si segnala che sulla base della consultazione dei dati di letteratura geologica dell'esame degli strumenti di pianificazione territoriale l'area di interesse risulta caratterizzata dalla presenza di terreni con caratteristiche geotecniche scadenti, posti a quote particolarmente depresse e con tassi di subsidenza rilevanti. Si segnala inoltre che l'area rientra in una classe di pericolosità idraulica modesta per problemi di scolo e per potenziali fenomeni di alluvionamento.

In realizzazione all'impianto in oggetto e ai modesti carichi applicati al sedime di fondazione non si rilevano criticità di tipo geotecnico mentre si raccomanda particolare attenzione nelle varie fasi di progettazione alle verifiche delle condizioni idrauliche dell'area al fine di escludere interferenze negative di tipo idrogeologico e geomorfologico con le strutture che costituiscono l'opera.

Si raccomanda inoltre, come previsto dalla normativa vigente, la realizzazione di indagini, sito specifiche, volte all'acquisizione delle informazioni stratigrafiche e idrogeologiche necessarie per la definizione del modello idrogeologico del sito e per l'acquisizione dei parametri fondamentali per la definizione del modello geotecnico e sismico, ai sensi Decreto Ministeriale 17/01/18 Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 18).

Il Geologo



Dr. Geologo
ALESSANDRO
DUCA
n. 2185 AP